

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКИСЛОВ

Справочник

Под редакцией  
чл.-корр. АН УССР  
Г. В. САМСОНОВА

*Издание второе,  
переработанное  
и дополненное*



Москва «Металлургия» 1978

УДК 54—31.004.12

Самсонов Г. В., Борисова А. Л., Жидкова Т. Г., Знатокова Т. Н., Калошина Ю. П., Киселева А. Ф., Кислый П. С., Ковальченко М. С., Косолапова Т. Я., Малахов Я. С., Малахов В. Я., Панасюк А. Д., Славута В. И., Ткаченко Н. И.

УДК 54—31.004.12

**Физико-химические свойства окислов.** Самсонов Г. В., Борисова А. Л., Жидкова Т. Г., Знатокова Т. Н., Калошина Ю. П., Киселева А. Ф., Кислый П. С., Ковальченко М. С., Косолапова Т. Я., Малахов Я. С., Малахов В. Я., Панасюк А. Д., Славута В. И., Ткаченко Н. И. Справочник. Изд-во «Металлургия», 1978. 472 с.

Окислы металлов относятся к классу наиболее широко применяемых в различных областях техники материалов. В справочнике систематизированы физические, физико-химические и химические свойства окислов. В частности приведены общие сведения об окислах, кристаллическая структура, их электрические, магнитные, оптические, термодинамические, механические, термические, молекулярные, ядерные, химические, каталитические и огнеупорные свойства, а также диаграммы состояния бинарных систем металл — кислород.

Справочник рассчитан на широкий круг специалистов, занимающихся исследованием, разработкой, производством и использованием окисных и других материалов, а также на преподавателей и учащихся технических вузов. Ил. 94. Табл. 82. Библ. 640 назв.

© Издательство «Металлургия», 1978

Ф 31011—157 6—78  
040(01)—78



Предисловие ко второму изданию . . . . .	6
--	---

## Глава I

Общие сведения, стехиометрия и кристаллохимические свойства . . . . .	12
1. Геометрические константы атомов и ионов . . . . .	12
2. Состав окислов . . . . .	15
3. Область гомогенности . . . . .	16
4. Кристаллическая структура . . . . .	17
5. Плотность окислов . . . . .	29

## Глава II

Термодинамические и термические свойства . . . . .	30
1. Стандартная теплота образования (стандартное изменение энтальпии) и стандартная энтропия . . . . .	30
2. Температурная зависимость теплоты образования . . . . .	42
3. Температурная зависимость энтальпии (теплосодержания) . . . . .	46
4. Стандартная свободная энергия образования окислов . . . . .	54
5. Функция свободной энергии . . . . .	59
6. Температуры плавления и кипения . . . . .	61
7. Теплоты плавления и испарения . . . . .	67
8. Изменение энтропии при плавлении и испарении . . . . .	73
9. Теплота сублимации и изменение энтропии при сублимации . . . . .	76
10. Параметры полиморфных и некоторых фазовых превращений . . . . .	81
11. Энергия атомизации кристаллических окислов при ОК . . . . .	93
12. Энергия кристаллической решетки . . . . .	94
13. Теплота разложения . . . . .	95
14. Энергия разрыва химических связей . . . . .	96
15. Стандартная теплоемкость . . . . .	103
16. Уравнения мольной теплоемкости . . . . .	106
17. Теплоемкость $c_p$ при низких температурах . . . . .	116
18. Характеристическая температура . . . . .	119
19. Коэффициент теплопроводности . . . . .	120
20. Линейный коэффициент теплового расширения . . . . .	130
21. Анизотропия линейного коэффициента теплового расширения . . . . .	136
22. Параметры диффузии кислорода в металлы и неметаллы . . . . .	138
23. Параметры диффузии элементов в окислы . . . . .	139
24. Скорость испарения . . . . .	152
25. Давление паров . . . . .	154
26. Давление диссоциации . . . . .	169

## Глава III

Молекулярные свойства . . . . .	183
1. Поверхностное натяжение жидких окислов . . . . .	183
2. Вязкость окислов . . . . .	184
3. Постоянные в уравнении Ван-дер-Ваальса . . . . .	190
4. Критические параметры . . . . .	190
5. Молекулярные параметры . . . . .	191

6. Средняя длина свободного пробега фононов . . . . .	191
---	-----

## Глава IV

<b>Механические свойства . . . . .</b>	<b>193</b>
1. Модуль нормальной упругости . . . . .	193
2. Модуль сдвига . . . . .	195
3. Коэффициент Пуассона . . . . .	197
4. Предел прочности при растяжении . . . . .	198
5. Предел прочности при сжатии . . . . .	199
6. Предел прочности при изгибе . . . . .	200
7. Твердость по минералогической шкале . . . . .	201
8. Микротвердость . . . . .	202
9. Сжимаемость . . . . .	207
10. Упругие константы . . . . .	207
11. Скорость звука . . . . .	210

## Глава V

<b>Электрические и магнитные свойства . . . . .</b>	<b>211</b>
1. Электросопротивление . . . . .	211
2. Термоэлектрические свойства . . . . .	214
3. Термоэмиссионные свойства . . . . .	215
4. Гальваномагнитные свойства . . . . .	216
5. Магнитные свойства . . . . .	218
6. Диэлектрические свойства . . . . .	220
7. Ширина запрещенной зоны и энергия активации . . . . .	223

## Глава VI

<b>Оптические свойства . . . . .</b>	<b>225</b>
1. Цвет окислов . . . . .	225
2. Показатель преломления . . . . .	234
3. Излучательные характеристики . . . . .	237
4. Спектры оптических констант окислов . . . . .	247
5. Особенности оптических свойств . . . . .	254

## Глава VII

<b>Ядерные свойства и влияние облучения . . . . .</b>	<b>271</b>
1. Микро- и макроскопические сечения поглощения и рассеяния . . . . .	271
2. Ядерные свойства окислов-замедлителей . . . . .	272
3. Пороговые энергии реакций, приводящих к образованию новых элементов в окислах . . . . .	273
4. Некоторые характеристики изотопов, образующихся в окислах при облучении . . . . .	273
5. Радиационное изменение объема . . . . .	274
6. Влияние облучения на плотность . . . . .	277
7. Влияние облучения на периоды кристаллической решетки . . . . .	278
8. Влияние облучения на теплопроводность . . . . .	280
9. Радиационное изменение модуля упругости . . . . .	281
10. Влияние облучения на прочность . . . . .	282
11. Влияние облучения на твердость . . . . .	283
12. Радиационное изменение электрических свойств . . . . .	284

	Стр.
13. Влияние облучения на оптические свойства . . . . .	287
14. Запасенная энергия . . . . .	288
15. Внутреннее трение . . . . .	288
16. Радиационные дефекты . . . . .	289
17. Радиационная стойкость . . . . .	291

## Глава VIII

Химические и каталитические свойства . . . . .	295
1. Химические свойства . . . . .	295
2. Каталитические свойства . . . . .	363

## Глава IX

Огнеупорные свойства . . . . .	388
1. Взаимодействие окислов с веществами в твердой фазе . . . . .	388
2. Смачивание окислов жидкими металлами . . . . .	402
3. Стойкость против действия расплавленных металлов, сплавов и шлаков . . . . .	411

## Глава X

Диаграммы состояния бинарных систем элемент — кислород . . . . .	418
Список литературы . . . . .	438
Указатель свойств элементов и их окислов . . . . .	465

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Со времени первого издания настоящего справочника, выпущенного в 1969 г., прошел сравнительно небольшой срок, в течение которого авторский коллектив продолжал работу по сбору и обработке появляющейся в литературе информации о свойствах окислов. Поступившие за это время многочисленные отзывы свидетельствовали о несомненной пользе такой настольной книги для научных, производственно-технических и преподавательских кадров, что и предопределило ее переиздание.

При подготовке второго издания авторы критически пересмотрели весь материал справочника, обновили устаревшие сведения и включили новые материалы в некоторые главы. Большую пользу при этом оказали замечания профессоров С. Г. Тресвятского, А. И. Августиника, Э. К. Келера, К. К. Стрелова, докторов технических наук А. Н. Борисенка, Д. С. Рутмана и многих других, за что авторы им глубоко благодарны.

Структура второго издания справочника существенных изменений не претерпела; однако в содержание некоторых глав внесены коррективы. Так, из первой главы исключены сведения, непосредственно не относящиеся к свойствам окислов. Из других глав — те сведения, которые достаточно полно изложены в других изданиях. Часть разделов пополнена и выделена в отдельные главы. Для каждого свойства окисла, как правило, приведено одно численное значение, которое авторы считают наиболее достоверным и рекомендуют для использования. В отдельных случаях, когда не представилось возможным сделать выбор наиболее достоверной величины, приведены несколько ее значений.

Материалы справочника составлены в форме таблиц, расположенных в следующем порядке: общие сведения, стехиометрия и кристаллохимические свойства окислов, термодинамические и термические свойства, молекулярные свойства, механические, электрические и магнитные свойства, оптические свойства, ядерные свойства и влияние облучения, химические и каталитические свойства, огнеупорные свойства, диаграммы состояния бинарных систем элемент — кислород.

Окислы в таблицах расположены по возрастанию порядкового номера элементов. В случае, когда элемент образует несколько окислов, они располагаются в порядке возрастания числа кислородных атомов, приходящихся на один атом элемента. В материалах по источнику [9, в. I—VII] для нестехиометрических соединений металла с неметаллом целочисленный индекс, как правило, стоит у металла, нецелочисленный — у неметалла. Целочисленный индекс стоит у элемента, образующего комплектную подрешетку. При наличии одинаковой некомплектности нецелочисленные индексы не приводятся ( $\text{Ti}_{0,85}\text{O}_{0,85} \rightarrow \text{TiO}$ ). Константы приведены для составов, являющихся границами областей гомогенности, и для нескольких промежуточных составов.

В необходимых случаях в таблицах сокращенно указано состояние окисла: ам — аморфное, ап — аморфный порошок, г — газообразное, ж — жидкое; км — компактная масса, к или кр — кристаллическое, м — маслянистое, п — парообразное, пл — плавленное, см — смолоподобное, ст — стекловидное, т — твердое, чп — чешуйчатые пластинки. По возможности более обстоятельно описаны характерис-

тики образцов, для которых определены соответствующие величины. Значения, вызывающие сомнения, либо взяты в скобки, либо возле них поставлен вопросительный знак. Только по источнику [75] в скобках указаны расчетные значения.

Для удобства читателей справочник снабжен указателем свойств окислов элементов, расположенных не в порядке возрастания номеров, а по алфавиту их наименования в русской транскрипции.

Приводимые в справочнике величины выражены в единицах системы СИ. Используются две температурные шкалы — Цельсия и Кельвина. В ряде случаев температура 298,15 К (25° С) для краткости записана как 298 К. При пересчете численных значений величин из единиц одной системы в единицы других систем проводилось соответствующее округление.

В главе I приведены общие сведения о свойствах окислов. В таблице «Геометрические константы атомов и ионов» для металлов использованы атомные радиусы для координационного числа 12, для неметаллов — ковалентные радиусы по Паулингу, для ионов — радиусы для координационного числа 6. В таблице «Состав окислов» приведены сведения о формульном составе окисных фаз, их молекулярных массах и содержании кислорода в атомных и массовых процентах. В таблице «Кристаллическая структура» приведены основные данные о структуре окислов, определенные на моно- или поликристаллических образцах; следует отметить, что для многих окислов эти сведения неполны, так как не содержат данных либо о структурном типе, либо о пространственной группе или параметрах решетки.

В таблицах этой и последующих глав для определения сингонии приняты следующие сокращения: гекс — гексагональный; куб — кубический, монокл — моноклинный, ром — ромбический, тетр — тетрагональный, триг — тригональный.

В главе II собраны сведения о термодинамических и термических свойствах окислов. При подготовке второго издания материалы главы были изменены и дополнены. В разделе «Температуры плавления и кипения» приведены данные, которые определены, как правило, при нормальном давлении. В том случае, когда давление отличается от нормального, это оговорено. Величины теплот плавления в соответствующем разделе относятся к температурам плавления при нормальном давлении, для теплот испарения указаны температуры и давления. Значения изменения энтропии при плавлении относятся к температурам плавления. Для этих величин при испарении жидкости указаны температура и давление. Совместно в одном разделе приведены сведения по теплотам сублимации и изменению энтропии при сублимации.

В существенно переработанном виде представлены материалы раздела «Параметры полиморфных и некоторых фазовых превращений». В большой степени использованы сведения, опубликованные в справочнике «Термические константы веществ» под редакцией академика В. П. Глушко [9]. Наряду с параметрами полиморфных превращений приведены параметры фазовых переходов II рода, переходов в точках Кюри и Нееля и др. Чтобы отличать собственное давление пара данного окисла и внешнее давление, значения внешних давлений по источнику [9, в. I—VII] приводятся в скобках. При наличии у данного кристаллического окисла нескольких модификаций последним по [9, в. I—VII] присвоены номера, обозначаемые римскими цифрами, причем нумерация начинается с наиболее высокотемпературной модификации. По источнику [9, в. VI—VII]

уточнено описание фазовых переходов окислов в конденсированных состояниях:

- к → ж — плавление, имеющее конгруэнтный характер;  
 к → ж + к<sub>1</sub> — инконгруэнтное плавление с образованием жидкой фазы (ж) и другой кристаллической фазы (к<sub>1</sub>);
- $\left. \begin{array}{l} \text{к}_1 + \text{к}_2 \rightarrow \text{к} \\ \text{к} \rightarrow \text{к}_1 + \text{к}_2 \\ \text{к} \rightarrow \text{ж}_1 + \text{ж}_2 \end{array} \right\}$  — фазовые переходы, при которых данная кристаллическая фаза (к) образуется из двух других кристаллических фаз или разлагается на две кристаллические или жидкие фазы;
- $\left. \begin{array}{l} \text{к III} \rightarrow \text{к II} \\ \text{к II} \rightarrow \text{к I} \\ \text{и т. д.} \end{array} \right\}$  — полиморфные превращения (фазовые переходы первого рода);
- $\left. \begin{array}{l} \text{к I} \rightarrow \text{к I}' \\ \text{к I}' \rightarrow \text{к I}'' \\ \text{и т. д.} \end{array} \right\}$  — фазовые переходы второго рода.

Значения теплоемкости, если не указано состояние окисла, относятся к твердому состоянию. Так как теплопроводность существенно зависит от состояния образца, то где было возможно, подчеркнуты особенности исследованных образцов.

Энергия активации для диффузии кислорода приведена в кДж/кмоль, а для диффузии элементов в окислы также в электрон-вольтах. При переводе энергии активации из ккал/моль в электрон-вольты (при расчете на один атом) использовано число Авогадро, равное  $6,02486 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>, и соотношения  $1 \text{ эВ} = 1,60207 \cdot 10^{-19}$  Дж,  $1 \text{ кал} = 4,1868$  Дж, что привело к перерасчетному коэффициенту  $4,1868 \cdot 10^3 / (1,60207 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02486 \cdot 10^{23}) = 0,04338$  (эВ·моль)/ккал.

В разделе «Параметры диффузии элементов в окислы» встречаются выражения вида  $4,19(+2,45; -1,55) \cdot 10^{-4}$ ; применительно к указанному выше выражение это означает, что наиболее достоверное значение искомой величины лежит в интервале  $(4,19-1,55) \times 10^{-4} \div (4,19+2,45) \cdot 10^{-4}$ .

В разделе «Давление паров» помещены и расчетные, и экспериментальные данные, отвечающие молекулярному режиму испарения. Обычно наблюдается значительное расхождение между ними. Значения давления диссоциации представлены преимущественно уравнениями зависимости  $p_{\text{O}_2} = f(T)$ . Уравнения и численные значения давления паров и диссоциации, взятые из работы [195], получены расчетным путем. Для перехода от давления, выраженного в Па\*, к давлению, выраженному в мм рт. ст., в уравнении от слагаемого, которое не зависит от температуры, надо вычесть число 2,1244896 (или соответственно округленное), а для перехода к давлению в ат — надо вычесть число 5,0056 (или округленное). Например:

$$\lg p = 13,74 - 24044/T \quad (p, \text{Па});$$

$$\lg p = 13,74 - 2,12 - 24044/T =$$

$$= 11,62 - 24044/T \quad (p, \text{мм рт. ст});$$

$$\lg p = 13,74 - 5,01 - 24044/T = 8,73 - 24044/(p, \text{ат}).$$

Величины, связанные с молекулярным строением окислов, выделены в отдельную главу III «Молекулярные свойства».

\* 1 Па — Паскаль соответствует 1 Н/м<sup>2</sup>; 1 кПа (килопаскаль) = 10<sup>3</sup> Па, 1 МПа (мегапаскаль) = 10<sup>6</sup> Па.



Данные главы IV «Механические свойства» относятся преимущественно к твердому состоянию. Значения величин по механическим свойствам имеют значительный разброс из-за различных состояний измеренных образцов, характера и степени чистоты образцов, их обработки и влияния ряда других трудно учитываемых факторов. Температурные зависимости свойств некоторых окислов были взяты из графиков в логарифмической шкале, поэтому вполне возможны погрешности. Об этом указано в примечании. По возможности приведены характеристики образцов: пористость, плотность, условия спекания, обжига и т. п. Твердость окислов представлена по минералогической шкале в основном для природных минералов.

В главе V «Электрические и магнитные свойства» представлены сведения о температурных зависимостях удельного электросопротивления и коэффициента термо-э. д. с., значения работы выхода, постоянной Холла и подвижности носителей, данные по магнитной восприимчивости и эффективным магнитным моментам, величины относительной диэлектрической проницаемости, ширины запрещенной зоны и энергии активации. Для ряда окислов данные взяты из графиков, на что указано. Значения работы выхода приведены в основном из справочников В. С. Фоменка «Эмиссионные свойства элементов и химических соединений» (1965) и «Эмиссионные свойства материалов» (1970), где можно найти более полные сведения о литературе, методах измерения и т. п. Значения удельной магнитной восприимчивости легко могут быть пересчитаны на молекулярную умножением на молекулярную массу окисла.

В главе VI «Оптические свойства» уточнены и дополнены сведения о показателе преломления, излучательных характеристиках. Во втором издании впервые приведены графические зависимости спектров некоторых оптических констант и описание особенностей оптических свойств окислов. Обозначения полиморфных модификаций в этой главе сохранены такими, как они были указаны в соответствующих источниках. Показатели преломления окислов определены (если не указано особо) для длины волны фраунгоферовой  $D$ -линии натрия при комнатной температуре. Сохранены общепринятые обозначения главных показателей преломления  $n_q$ ,  $n_m$  и  $n_p$  (для двусносных кристаллов). Значения показателя преломления для необыкновенного  $n_o$  и обыкновенного  $n_o$  лучей для одноосных кристаллов приведены соответственно в графах  $n_g$  и  $n_p$ . Для изотропных кристаллов и любых других с известным средним показателем преломления данные указаны в графе  $n_m$ . В разделе «Излучательные характеристики» более полно, чем в первом издании, собраны сведения об интегральной нормальной  $\epsilon_{in}$  и монохроматической нормальной  $\epsilon_{\lambda n}$  излучательных способностях.

В новом разделе «Особенности оптических свойств» даются сведения о различных оптических свойствах окислов, не вошедшие в предыдущие разделы.

В главе VII «Ядерные свойства и влияние облучения» изложены сведения о сечениях поглощения и рассеяния, о ядерных свойствах окислов-замедлителей, о пороговых энергиях реакций, приводящих к образованию новых элементов в окислах, о некоторых характеристиках изотопов, образующихся в окислах при облучении. В разделах главы приведены данные о влиянии облучения на объем окислов, их плотность, параметры решетки, на теплопроводность, на изменение механических, электрических и оптических свойств окислов. Также указаны сведения о запасенной энергии и внутреннем трении, о радиационных эффектах и радиационной стойкости.

Глава VIII «Химические и каталитические свойства» состоит из двух разделов. В первом разделе приводятся данные по характеру взаимодействия окислов с минеральными и органическими кислотами, смесями кислот, растворами щелочей, растворами и расплавами солей и газовыми средами. Во втором разделе — каталитические свойства.

В разделе «Каталитические свойства» окислы элементов также размещены в порядке возрастания атомных номеров элементов. Окислы тех элементов, о каталитических свойствах которых нет сведений в просмотренной литературе, в таблице отсутствуют. В графе 1 представлен качественный состав катализатора, т. е. указано, в смеси с какими соединениями применялся рассматриваемый окисел для катализа. Если окисел играет роль не катализатора, а промотора, то в скобках стоит буква «п», если носителя — буква «н». В графе 2 указаны температура и давление [если оно было больше 981 кПа (1 ат)], при которых осуществляется реакция, в графе 3 — тип катализируемых реакций.

В главе IX «Огнеупорные свойства» в первом разделе приводятся данные о взаимодействии ряда окислов с простыми веществами и бинарными соединениями в твердой фазе. Во втором разделе представлены сведения о смачивании окислов жидкими металлами. Стойкость окислов против действия расплавленных металлов, сплавов и шлаков описана в третьем разделе.

Диаграммы состояния бинарных систем элемент — кислород помещены в главе X. В тех случаях, когда для одной системы имеется несколько различающихся между собой диаграмм, охватывающих одинаковую область температур и концентраций, приведена более полная, построенная по большему числу экспериментальных точек. Как правило, это и есть более поздняя по времени диаграмма, уточняющая или дополняющая предыдущие. В некоторых случаях для одной системы (например,  $\text{Ce—O}$ ,  $\text{Ti—O}$ ,  $\text{V—O}$ ,  $\text{Zr—O}$ ) приведены две или три дополняющие друг друга диаграммы. Ввиду большой сложности системы  $\text{U—O}$  приводятся два варианта этой системы (рис. 84 и 85).

За время, прошедшее после подготовки первого издания настоящего справочника, в литературе появились сообщения о новых диаграммах состояния систем элемент — кислород ( $\text{Al—O}$ ,  $\text{Am—O}$ ,  $\text{Sm—O}$ ,  $\text{Eu—O}$ ,  $\text{K—O}$ ,  $\text{Rb—O}$ ,  $\text{Sc—O}$ ,  $\text{Ta—O}$ ,  $\text{Th—O}$ ), а также об уточненных или вновь построенных диаграммах систем, для которых диаграммы уже были известны (например,  $\text{Cu—O}$ ,  $\text{Cr—O}$ ,  $\text{Nb—O}$ ,  $\text{Ti—O}$ ,  $\text{U—O}$ ,  $\text{V—O}$ ,  $\text{W—O}$ ,  $\text{Zr—O}$ ). В связи с этим содержание главы X существенно изменилось: введены новые диаграммы, пересмотрены диаграммы, входившие в первое издание, некоторые заменены более полными и уточненными, некоторые опущены, как не представляющие большого интереса. Диаграммы систем  $\text{Pr—O}$ ,  $\text{Tb—O}$  предложены их авторами как предположительные, систем  $\text{Sn—O}$ ,  $\text{W—O}$  — как схематические, а диаграмма  $\text{Sm—O}$  является условной, некоторые линии которой (перитектоидные превращения фаз  $\gamma$  и  $\delta$ ) проведены по аналогии с соответствующими линиями в системах  $\text{Me—O}$  для лантанидов. За последнее время в ряде систем  $\text{Me—O}$  открыты субоксиды — окислы, состав которых не отвечает валентным соотношениям атомов, но они имеют упорядоченную структуру. В тех случаях, когда существование субоксидов подтверждено с большой определенностью, они внесены в диаграммы состояния. Такие диаграммы, уточненные в области твердых растворов, приведены для систем  $\text{Ti—O}$  (рис. 83),  $\text{V—O}$  (рис. 88),  $\text{Zr—O}$



(рис. 94). Для удобства читателей диаграммы расположены по химическим символам первых компонентов в порядке латинского алфавита.

В подготовке нового издания принимали участие сотрудники отдела тугоплавких материалов ордена Трудового Красного Знамени Института проблем материаловедения и Института ядерных исследований АН УССР, сотрудники кафедр физики Ждановского металлургического института и Киевского автомобильно-дорожного института.

Авторский коллектив намерен продолжать работу по дальнейшему улучшению содержания справочника, отражающего новые и более достоверные сведения о разнообразных свойствах простых окислов, по структурному совершенствованию справочника с тем, чтобы многообразная информация о сложных свойствах окислов была представлена в сжатом, конкретном виде. Как и прежде, авторы будут благодарны за все критические замечания и рекомендации читателей.

# ГЛАВА I

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, СТЕХИОМЕТРИЯ И КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ АТОМОВ И ИОНОВ [1]

Элемент	Радиус атома по Белову и Бокию, нм		Радиус иона, нм, по				Заряд иона
	ковалент- ный	металли- ческий	Полингу	Гольд- шмидту	Райсу	Белову и Бокию	
1	2	3	4	5	6	7	8
H	0,028	0,046	0,208	0,154	0,205	0,136	1—
He	0,122	—	—	—	—	—	—
Li	0,133	0,155	0,060	0,078	0,059	0,068	1+
Be	0,100	0,113	0,032	0,034	0,043	0,034	2+
B	0,083	0,091	0,020	—	0,034	0,020	3+
C	0,077	—	0,015	0,020	0,029	0,020	4+
			0,260	0,260	0,414	0,260	4—
N	0,070	—	0,011	0,015	0,025	0,015	5+
			0,171	0,247	0,247	0,148	3—
O	0,066	—	0,009	0,009	0,022	—	6+
			0,140	0,132	0,176	0,136	2—
F	0,071	—	0,007	—	0,019	—	7+
			0,136	0,133	—	0,133	1—
Ne	0,160	—	—	—	—	—	—
Na	0,154	0,189	0,095	0,098	0,095	0,098	1+
Mg	0,138	0,160	0,065	0,078	0,082	0,074	2+
Al	0,126	0,143	0,050	0,057	0,072	0,057	3+
Si	0,117	—	0,041	0,039	0,065	0,039	4+
			0,271	0,198	0,384	—	4—
P	0,104	—	0,034	0,035	0,059	0,035	5+
			0,212	—	0,279	0,186	3—
S	0,104	—	0,029	0,034	0,053	0,029	6+
			0,184	0,174	0,219	0,182	2—
C	0,099	—	0,026	—	0,049	0,026	7+
			0,181	0,181	—	0,181	1—
Ar	0,192	—	—	—	—	—	—
K	—	0,236	0,133	0,133	0,133	0,133	1+
Ca	—	0,197	0,098	0,106	0,118	0,104	2+
Sc	—	0,164	0,081	0,083	0,106	0,083	3+
Ti	—	0,146	0,068	0,064	0,096	0,064	4+
			0,069	0,069	—	0,069	3+
			—	0,080	—	0,078	2+
V	—	0,134	0,059	0,040	—	0,040	5+
			—	0,061	0,088	0,061	4+
			0,066	0,065	—	0,067	3+
			—	0,072	—	0,072	2+
Cr	—	0,127	0,052	0,035	0,081	0,035	6+
			0,064	—	—	0,064	3+
			—	—	—	0,083	2+

1	2	3	4	5	6	7	8
Mn	—	0,130	0,046 0,050 0,062 0,080	— 0,052 0,070 0,091	0,075 — — —	0,046 0,052 0,070 0,091	7+ 4+ 3+ 2+
Fe	—	0,126	0,060 0,075	0,067 0,083	— —	0,067 0,080	3+ 2+
Co	—	0,125	— 0,072	— 0,082	— —	0,064 0,078	3+ 2+
Ni	—	0,124	0,069	0,078	—	0,074	2+
Cu		0,128	— 0,096	— —	— 0,096	0,080 0,098	2+ 1+
Zn	0,131	0,139	0,074	0,083	0,088	0,083	2+
Ga	0,127	0,139	0,062	0,062	0,081	0,062	3+
Ge	0,122	—	0,053 — 0,272	0,044 — —	0,076 — —	0,044 0,065 —	4+ 2+ 4—
As	0,121	—	0,047 — 0,222	— 0,069 —	0,071 — —	0,047 0,069 0,191	5+ 3+ 3+
Se	0,117	—	0,042 — 0,198	0,035 — 0,191	0,066 — 0,232	0,035 0,069 0,193	6+ 4+ 2—
Br	0,114	—	0,039 0,195	— 0,196	0,062 0,195	0,039 0,196	7+ 1+
Kr	0,198	—	—	—	—	—	—
Rb	—	0,248	0,148	0,149	0,148	0,149	1+
Sr	—	0,215	0,113	0,127	0,132	0,120	2+
Y	—	0,181	0,093	0,106	0,120	0,097	3+
Zr	—	0,160	0,080	0,087	0,109	0,082	4+
Nb	—	0,145	0,070 0,077	0,069 —	0,100 —	0,066 0,067	5+ 4+
Mo	—	0,139	0,062 0,066	— 0,068	0,093 —	0,065 0,068	6+ 4+
Tc	—	0,136	—	—	—	—	—
Ru	—	0,134	0,063	0,065	—	0,062	4+
Rh	—	0,134	— —	— 0,068	— —	0,065 0,075	4+ 3+
Pd	—	0,137	—	—	—	0,064	4+
Ag	—	0,144	0,126	0,113	0,126	0,113	1+
Cd	0,148	0,156	0,097	0,103	0,114	0,099	2+
In	0,144	0,166	0,081	0,092	0,104	0,092	3+
Sn	0,140	0,158	— 0,071	— 0,074	— 0,096	0,130 0,067	1+ 4+
			— 0,294	— 0,215	— —	0,102 —	2+ 4—
Sb	0,140	0,161	0,062 — 0,245	— 0,090 —	0,089 — —	0,062 0,090 0,208	5+ 3+ 3—
Te	0,137	—	0,056 0,081 0,221	— 0,089 0,211	0,082 — 0,250	0,056 0,089 0,211	6+ 4+ 2—

1	2	3	4	5	6	7	8
I	0,133	—	0,050	—	0,077	0,050	7+
			—	0,094	—	—	5+
			0,216	0,220	—	0,220	1—
Xe	0,218	—	—	—	—	—	—
Cs	—	0,268	0,169	0,165	0,169	0,165	1+
Ba	—	0,221	0,135	0,143	0,153	0,138	2+
La	—	0,187	—	—	—	0,090	4+
			0,115	0,122	0,139	0,104	3+
Ce	—	0,183	0,101	0,102	0,127	0,088	4+
			—	0,118	—	0,102	3+
Pr	—	0,182	0,092	0,100	—	—	4+
			—	0,116	—	0,100	3+
Nd	—	0,182	—	0,115	—	0,099	3+
Pm	—	—	—	—	—	0,098	3+
Sm	—	0,181	—	0,113	—	0,097	3+
Eu	—	0,202	—	0,113	—	0,101	3+
Gd	—	0,179	—	0,111	—	0,094	3+
Tb	—	0,177	—	0,089	—	—	4+
			—	0,109	—	0,089	3+
Dy	—	0,177	—	0,107	—	0,088	3+
Ho	—	0,176	—	0,105	—	0,086	3+
Er	—	0,175	—	0,104	—	0,085	3+
Tm	—	0,174	—	0,104	—	0,085	3+
Yb	—	0,193	—	0,100	—	0,081	3+
Lu	—	0,174	—	0,099	—	0,080	3+
Hf	—	0,159	—	—	—	0,082	4+
Ta	—	0,146	—	—	—	0,066	5+
W	—	0,140	—	—	—	0,065	6+
			0,066	0,068	—	0,068	4+
Re	—	0,137	—	—	—	0,052	6+
Os	—	0,135	0,065	0,067	—	0,065	4+
Ir	—	0,135	0,064	0,066	—	0,065	4+
Pt	—	0,138	—	—	—	0,064	4+
Au	—	0,144	0,137	—	0,137	0,137	1+
Hg	—	0,160	0,110	0,112	0,125	0,112	2+
Tl	—	0,171	0,095	0,105	0,115	0,105	3+
			0,144	0,149	—	0,136	1+
Pb	—	0,175	0,084	0,084	0,106	0,076	4+
			0,121	0,132	—	0,126	2+
			—	0,215	—	—	4—
Bi	—	0,182	0,074	—	0,098	0,074	5+
			0,116	—	—	0,120	3+
			—	—	—	0,213	3—
Fr	—	0,280	—	—	—	—	—
Ra	—	0,235	—	0,152	—	0,144	2+
Ac	—	0,203	—	—	—	0,111	3+
		0,180	0,102	0,110	—	0,095	4+
Th	—	—	—	—	—	0,108	3+
		0,162	—	—	—	0,091	4+
Pa	—	—	—	—	—	0,106	3+
		0,153	0,097	0,105	—	0,089	4+
U	—	—	—	—	—	0,104	3+

## 2. СОСТАВ ОКИСЛОВ

Оксид	Молекулярная масса	Содержание кислорода, %		Оксид	Молекулярная масса	Содержание кислорода, %	
		атомные	массовые			атомные	массовые
1	2	3	4	1	2	3	4
H <sub>2</sub> O	18,0153	33,33	88,88	VO <sub>2</sub>	82,94	66,67	38,58
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34,0147	50	94,11	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	181,8810	71,40	43,98
Li <sub>2</sub> O	29,8774	33,33	53,56	CrO	67,9954	50	23,53
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	45,8768	50	69,76	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	151,9902	60	31,58
BeO	25,0116	50	63,97	CrO <sub>3</sub>	99,9942	75	48,00
BO	26,8104	50	59,67	MnO	70,9375	50	22,55
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,6202	60	68,94	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	228,8119	57,12	27,97
CO	28,0105	50	57,12	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	157,8744	60	30,40
CO <sub>2</sub>	44,0099	66,67	72,71	MnO <sub>2</sub>	86,9369	66,67	36,80
N <sub>2</sub> O	44,0128	33,33	36,36	FeO*	71,8464	51,26—	23,56—
NO	30,0061	50	53,32			54,57	25,60
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	76,0116	60	63,15	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	231,5386	57,12	27,64
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	92,0110	66,67	69,55	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,6925	60	30,05
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	108,0104	71,40	74,06	CoO	74,9326	50	21,35
F <sub>2</sub> O	53,9962	33,33	29,63	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	240,7972	57,12	26,57
Na <sub>2</sub> O	61,9790	33,33	25,80	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	165,8646	60	28,94
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	77,9784	50	41,04	NiO	74,7094	50	21,41
Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	54,9886	66,67	58,20	Cu <sub>2</sub> O	143,0794	33,33	11,18
MgO	40,3114	50	39,69	CuO	79,5394	50	20,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,9612	60	47,07	ZnO	81,3694	50	19,66
SiO	30,0061	50	53,33	Ca <sub>2</sub> O	153,4394	33,33	10,29
SiO <sub>2</sub>	46,0055	66,67	69,56	CaO	85,7194	50	18,66
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	219,8016	60	56,34	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	187,4382	60	25,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	141,9446	71,40	56,36	CeO	88,5894	50	18,06
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	283,8892	71,40	56,36	CeO <sub>2</sub>	104,5888	66,67	30,59
SO <sub>2</sub>	64,0628	66,67	49,95	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	197,8414	60	24,26
SO <sub>3</sub>	80,0622	75	59,96	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	154,22	71,40	51,64
Cl <sub>2</sub> O	86,9054	33,33	18,41	SeO <sub>2</sub>	110,9588	66,67	28,83
ClO	51,4524	50	31,09	Rb <sub>2</sub> O	186,9494	33,33	8,55
ClO <sub>2</sub>	67,4518	66,67	47,44	Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	218,9600	60	21,92
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	182,9018	77,78	61,23	RbO <sub>2</sub>	117,4738	66,67	27,24
K <sub>2</sub> O	94,2034	33,33	16,98	SrO	103,6194	50	15,44
K <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	142,2016	66,67	45,00	SrO <sub>2</sub>	119,6188	66,67	26,75
CaO	56,0794	50	26,75	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	225,8082	60	21,25
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	137,9102	60	34,80	ZrO <sub>2</sub>	123,2188	66,67	25,96
Ti <sub>2</sub> O	111,80	33,33	14,31	NbO	108,90	50	14,81
TiO	63,90	50	25,03	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	265,8090	71,40	30,09
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	143,7982	60	33,37	MoO <sub>2</sub>	127,9388	66,67	25,01
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	223,6970	62,5	35,76	MoO <sub>3</sub>	143,9382	75	33,34
TiO <sub>2</sub>	79,8988	66,67	40,05	TcO <sub>2</sub>	129	66,67	24,81
VO	66,9414	50	23,90	RuO <sub>2</sub>	133,0688	66,67	24,04
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	149,8822	60	32,02	RhO	118,9044	50	13,45
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	232,8230	62,5	34,36	Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	253,8082	60	18,91
				PdO	122,7	50	13,11
				Ag <sub>2</sub> O	231,7394	33,33	6,90

Оксид	Молекулярная масса	Содержание кислорода %		Оксид	Молекулярная масса	Содержание кислорода, %	
		атомные	массовые			атомные	массовые
1	2	3	4	1	2	3	4
Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	247,7388	50	12,91	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	385,8662	60	12,43
CdO	128,3994	50	12,46	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	394,0782	60	12,18
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	277,6382	60	17,28	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	397,9382	60	12,06
SnO	134,6894	50	11,88	HfO <sub>2</sub>	210,4888	66,67	15,20
Sn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	420,0676	57,12	15,24	TaO	196,9474	50	8,12
SnO <sub>2</sub>	150,6888	66,67	21,23	Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	409,8942	60	11,71
SbO	137,7494	50	11,62	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	441,8930	62,84	18,10
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	291,4982	60	16,46	WO <sub>2</sub>	215,8488	66,67	14,82
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	307,4976	66,67	20,81	W <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	679,5452	77,72	18,83
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	323,4970	71,40	24,73	WO <sub>3</sub>	231,8482	75	20,70
TeO	143,5994	50	11,14	OsO <sub>4</sub>	254,1976	80	25,17
TeO <sub>2</sub>	150,5988	66,67	20,05	IrO <sub>2</sub>	224,1988	66,67	14,27
I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	337,8058	71,40	23,68	Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	441,9322	60	10,86
Cs <sub>2</sub> O	281,8094	33,33	5,67	Hg <sub>2</sub> O	417,1794	33,33	3,83
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	297,8188	20	10,74	HgO	216,5894	50	7,38
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	164,9038	66,67	19,40	TiO	220,3694	50	7,26
BaO	153,3394	50	10,43	Pb <sub>2</sub> O	430,3794	33,33	3,72
BaO <sub>2</sub>	169,3388	66,67	18,89	PbO	223,1894	50	7,16
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	325,8182	60	14,73	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	685,5676	57,12	7,00
CeO <sub>2</sub>	172,1188	66,67	18,59	PbO <sub>2</sub>	239,1888	66,67	13,38
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	329,8122	60	14,56	BiO	224,9794	50	7,11
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	336,4782	60	14,26	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	465,9582	60	10,30
Pm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	341,9982	60	14,03	Fr <sub>2</sub> O	461,9994	33,33	3,46
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	348,6982	60	13,76	RaO <sub>2</sub>	258,0488	66,67	12,11
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	351,9182	60	13,63	ThO <sub>2</sub>	264,0368	66,67	12,11
Cd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	362,4982	60	13,24	Pa <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	541,9970	71,40	14,76
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	365,8462	60	13,12	UO <sub>2</sub>	270,0288	66,67	11,85
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	372,9982	60	12,86	U <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	556,1570	71,40	14,38
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	377,8582	60	12,70	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	842,0852	77,72	14,01
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	382,5582	60	12,54	UO <sub>3</sub>	286,1282	75	16,77

\* Вюстит; имеет переменный состав; существует при 560—1424° С.

### 3. ОБЛАСТЬ ГОМОГЕННОСТИ [1—4]

Оксид	Содержание кислорода, %		Оксид	Содержание кислорода, %	
	атомные	массовые		атомные	массовые
TiO	47,08—54,54	22,91—28,61	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70,50—71,42	29,15—30,09
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	59,4—60,8	32,8—34,12	MoO <sub>3</sub>	72,6—74,4	30,64—32,64
TiO <sub>2</sub>	65,5—66,7	38,8—40,09	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60,0—60,31	14,62—14,78
VO	46,23—55,34	21,26—28,51	WO <sub>2</sub>	52,38—70,58	8,73—18,08
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	58,33—60,78	30,53—32,73	W <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	68,75—73,68	16,06—19,58
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	64,4—66,67	36,23—38,56	γ-WO <sub>3</sub>	72,77—73,1	18,81—19,13
VO <sub>2</sub>	71,1—71,4	43,58—43,95	β-WO <sub>3</sub>	74,0—74,4	19,85—20,19
CrO <sub>3</sub>	62,8—65,5	34,1—36,87	α-WO <sub>3</sub>	74,85—75,00	20,58—20,71
MnO <sub>2</sub>	65,8—66,67	35,91—36,81	Pb <sub>15</sub> O <sub>17</sub>	59,4—60,1	10,15—10,41
FeO	50,0—54,4	22,24—25,44	Pb <sub>15</sub> O <sub>19</sub>	60—62,6	10,36—11,44
NbO	48,45—50,98	14,01—15,18	PbO <sub>2</sub>	65,1—66,67	12,59—13,38
NbO <sub>2</sub>	65,98—67,63	25,04—26,46	UO <sub>2</sub>	66,4—67,4	11,72—12,20

# 4. КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА [1, 2, 7—12, 14, 16, 22]

Оксид	Сингония	Пространственная группа	Тип структуры	Периоды решетки, нм			
				a	b	c	c/a
1	2	3	4	5	6	7	8
H <sub>2</sub> O* <sup>1</sup>	Гекс.	C <sub>6</sub> <sup>4</sup> — P6 <sub>3</sub> mc	—	0,782	—	0,736	0,941
H <sub>2</sub> O* <sup>2</sup>	Ромб.	D <sub>2</sub> <sup>5</sup> — C222 <sub>1</sub>	—	0,780	0,450	0,556	0,714
H <sub>2</sub> O* <sup>3</sup>	»	—	—	1,020	0,587	0,717	0,702
BeO	Гекс.	C <sub>6v</sub> <sup>4</sup> — P6 <sub>3</sub> mc	ZnS	0,269	—	0,437	1,62
N <sub>2</sub> O* <sup>4</sup>	Куб.	T <sub>h</sub> <sup>6</sup> — Pa3	—	—	—	—	—
NO* <sup>5</sup>	Монокл.	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /c	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O* <sup>6</sup>	Куб.	T <sub>h</sub> <sup>5</sup> — Im3	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	»	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Гекс.	D <sub>3h</sub> <sup>3</sup> — P62m	—	0,622	—	0,447	0,718
NaO <sub>2</sub>	Ромб.	D <sub>2h</sub> <sup>12</sup> — Pnnm	—	0,426	0,554	0,344	0,819
MgO	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>5</sup> — Fm3m	NaCl	0,4208	—	—	—
α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Триг.	D <sub>3d</sub> <sup>6</sup> — R3c	α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,4758	—	1,2991	2,72
β-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гекс.	D <sub>6h</sub> <sup>4</sup> — P6 <sub>3</sub> /mmc	β-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,564	—	2,265	4,02
γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Fd3m	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0,790	—	—	—
δ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гекс.	—	—	0,57	0,290	1,18	2,07

Оксид	Сингония	Пространственная группа	Тип структуры	Периоды решетки, нм			
				a	b	c	c/a
1	2	3	4	5	6	7	8
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	Куб.	—	—	0,795	—	—	—
$\text{SiO}_2^{*7}$	Гекс.	—	—	0,3464	—	0,4382	1,27
$\text{SiO}_2^{*8}$	Триг.	$D_3^4 - P3_1 21$	$\alpha\text{-SiO}_2$	0,4913	—	0,5405	1,10
$\text{SiO}_2^{*9}$	Ромб.	—	—	0,988	1,71	1,63	1,65
$\text{SiO}_2^{*10}$	Терп.	$D_4^8 - P4_3 2_1 2$	—	0,4971	—	0,6918	1,39
$\text{SiO}_2^{*11}$	Куб.	$T^4 - P2_1 3$	—	0,718	—	—	—
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	Ромб.	$D_{2h}^{16} - Pnma$	—	—	—	—	—
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	Триг.	$C_{3v}^6 - R3c$	—	—	—	—	—
$\text{P}_2\text{O}_5$	Ромб.	$C_{2v}^{19} - Fdd2$	—	—	—	—	—
$\alpha\text{-K}_2\text{O}$	Терп.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,4034	—	0,6699	1,67
$\beta\text{-K}_2\text{O}$	Куб.	—	—	0,609	—	—	—
$\text{K}_2\text{O}_3$	Терп.	—	—	0,430	—	0,354	0,82
$\text{CaO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,4799	—	—	—
$\text{CaO}_2$	Терп.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,354	—	0,591	1,67
$\text{Sc}_2\text{O}_3$	Куб.	$T^5 - I2_1 3$	—	0,9845	—	—	—
$\text{Ti}_2\text{O}$	Гекс.	—	—	0,2959	—	0,4845	1,637
$\text{TiO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,4172	—	—	—
$\text{Ti}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_3^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,515	—	1,361	2,64



$\text{Ti}_3\text{O}_5^{*12}$	Монокл.	—	—	0,9757	0,3802	0,9452	0,968
$\text{Ti}_5\text{O}_9^{*13}$	Трикл.	—	—	0,5369	0,7120	0,8865	1,245
$\text{TiO}_2^{*14}$	Тетр.	$D_{4h}^{19} - I4_1/amd$	—	0,3733	—	0,937	2,51
$\text{TiO}_2^{*15}$	Ромб.	$D_{2h}^{15} - Pbsa$	—	0,5436	0,9166	0,5135	0,944
$\text{TiO}_2^{*16}$	Тетр.	$D_{4h}^{14} - P4_2/mnm$	$\text{TiO}_2$	0,4584	—	0,2953	0,644
$\text{V}_4\text{O}$	»	—	—	0,294	—	3,49	11,87
$\text{VO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	$\text{NaCl}$	0,4093	—	—	—
$\text{V}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,4933	—	1,394	2,82
$\text{V}_3\text{O}_5$	Монокл.	$C_{2h}^6 - C2/c$	—	0,9991	0,5033	0,9845	0,985
$\text{VO}_2^{*18}$	»	$C_{2h}^5 - P2_1/c$	—	0,5346	0,4518	0,5739	1,07
$\text{V}_2\text{O}_5$	Ромб.	$D_{2h}^{13} - Pmn$	$\text{V}_2\text{O}_5$	11,51	0,3559	0,4371	0,379
$\text{Cr}_3\text{O}$	Куб.	$O_h^3 - Pm3n$	$\beta\text{-W}$	4,544	—	—	—
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,4950	—	1,3665	2,76
$\text{CrO}_2$	Тетр.	$D_{4h}^{16} - P4_2/nm$	$\text{SnO}_2$	0,4421	—	0,2916	0,658
$\text{CrO}_3$	Ромб.	$C_{2v}^{16} - Ama2$	$\text{CrO}_3$	0,4789	0,8557	0,5743	1,19
$\text{MnO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	$\text{NaCl}$	0,4425	—	—	—
$\alpha\text{-Mn}_3\text{O}_4$	Тетр.	$D_{4h}^{19} - I4_1/amd$	—	0,575	—	0,942	1,64
$\gamma\text{-Mn}_3\text{O}_4$	Куб.	—	—	0,87	—	—	—
$\alpha\text{-Mn}_2\text{O}_3$	Тетр.	—	—	0,885	—	0,995	1,12

1	2	3	4	5	6	7	8
$\gamma\text{-MnO}_2$	Ромб.	$D_{2h}^{16} - Pnma$	—	0,4533	0,927	0,2866	0,63
$\varepsilon\text{-MnO}_2$	Гекс.	—	NiAs	0,279	—	0,441	1,58
FeO	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,4311	—	—	—
$\text{Fe}_3\text{O}_4$	»	$O_h^7 - Fd3m$	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	0,838	—	—	—
$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,543	—	—	—
$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Куб.	$O_h^7 - Fd3m$	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	0,835	—	—	—
$\delta\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Гекс.	—	—	0,509	—	0,441	0,866
CoO	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,42581	—	—	—
$\text{Co}_3\text{O}_4$	»	$O_h^7 - Fd3m$	$\text{MgAl}_2\text{O}_3$	0,8084	—	—	—
$\text{Co}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,464	—	0,575	1,24
$\beta\text{-NiO}$	»	—	—	0,29518	—	0,7243	2,45
$\alpha\text{-NiO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,41946	—	—	—
$\text{Cu}_2\text{O}$	»	$O_h^4 - Pn3m$	$\text{Cu}_2\text{Mg}$	0,42696	—	—	—
$\text{CuO}^{*19}$	Монокл.	$C_{2h}^6 - C2/c$	—	0,4684	0,3425	0,5129	1,09
ZnO	Гекс.	$C_{6v}^4 - P6_3mc$	—	0,325	—	0,5205	1,60
$\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_{3d}^6 - R\bar{3}c$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	0,4979	—	1,3429	2,70
$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$	Монокл.	$C_{2h}^3 - C2/m$	—	0,580	0,306	1,223	2,1

$\delta\text{-Ga}_2\text{O}_3$	Куб.	$T^s - I2_13$	—	1,000	—	—	—
$\text{CeO}_2$	Терр.	$D_{4h}^{16} - P4_2/nm$	$\text{SnO}_2$	0,43963	—	0,28626	0,65
$\text{CeO}_2$	Триг.	$D_3^4 - P3_121$	$\alpha\text{-SiO}_2$	0,4987	—	0,5652	1,13
$\text{As}_2\text{O}_6$	Куб.	$O_h^7 - Fd3m$	$\text{Sb}_2\text{O}_6$	—	—	—	—
$\text{As}_2\text{O}_6$	Монокл.	$C_{2h}^5 - P2_1/c$	$\text{As}_2\text{O}_6$	—	—	—	—
$\text{SeO}_2$	Терр.	—	—	0,835	—	—	—
$\text{Rb}_2\text{O}$	Куб.	—	—	0,6742	—	—	—
$\text{Rb}_2\text{O}_2$	Ромб.	—	—	0,4201	0,7075	0,5983	1,42
$\text{Rb}_2\text{O}_3$	Куб.	—	—	0,930	—	—	—
$\text{RbO}_2$	Терр.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,600	—	0,703	1,17
$\text{SrO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	—	0,5160	—	—	—
$\text{SrO}_2$	Терр.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,3508	—	0,6616	1,89
$\text{Y}_2\text{O}_3$	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,0605	—	—	—
$\text{ZrO}_2^{*20}$	Монокл.	$C_{2h}^5 - P2_1/c$	—	0,517	0,526	0,530	1,02
$\text{ZrO}_2$	Терр.	—	—	0,507	—	0,516	1,017
$\text{ZrO}_2$	Куб.	—	—	0,507	—	—	—
$\text{NbO}$	»	$O_h^5 - Fm3m$	—	0,42013	—	—	—
$\text{Nb}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_3^{11} - P321$	$\text{La}_2\text{O}_3$	0,384	—	0,601	1,56
$\text{Nb}_2\text{O}_3$	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,107	—	—	—
$\text{NbO}_2$	Терр.	—	—	1,371	—	0,5985	0,43
$\alpha\text{-Nb}_2\text{O}_5$	Монокл.	—	—	2,134	0,3816	1,947	0,91
$\delta\text{-Nb}_2\text{O}_5$	Гексаг.	—	—	0,3607	—	0,3925	1,09

1	2	3	4	5	6	7	8
$\gamma$ -Nb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Ромб.	—	—	0,619	0,365	0,394	0,63
MoO <sub>2</sub> <sup>*21</sup>	Монокл.	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /c	MoO <sub>2</sub>	0,561	0,484	0,553	0,98
MoO <sub>3</sub>	Ромб.	D <sub>2h</sub> <sup>16</sup> — Pma	MoO <sub>3</sub>	0,39	1,38	0,37	0,94
TcO <sub>2</sub> <sup>*22</sup>	Монокл.	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P2 <sub>1</sub> /c	MoO <sub>2</sub>	0,553	0,479	0,553	1,0
RuO <sub>2</sub>	Терп.	D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P4 <sub>2</sub> /mmm	TiO <sub>2</sub>	0,4519	—	0,3116	0,68
PdO	»	D <sub>4h</sub> <sup>9</sup> — P4 <sub>2</sub> /mmc	—	0,3036	—	0,534	1,76
Ag <sub>2</sub> O	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>4</sup> — Pn3m	Cu <sub>2</sub> O	0,4727	—	—	—
CdO	»	O <sub>h</sub> <sup>5</sup> — Fm3m	NaCl	0,46943	—	—	—
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	T <sub>h</sub> <sup>5</sup> — I2 <sub>1</sub> 3	—	1,0118	—	—	—
SnO	Терп.	D <sub>4h</sub> <sup>7</sup> — P4/nmm	PbO	0,3802	—	0,4836	1,27
SnO <sub>2</sub>	»	D <sub>4h</sub> <sup>16</sup> — P4 <sub>2</sub> /ncm	SnO <sub>2</sub>	0,4737	—	0,3185	0,673
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	Ромб. ]	D <sub>2h</sub> <sup>10</sup> — Pccn	Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	0,4914	1,2468	0,5421	1,10
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Fd3m	Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	1,1152	—	—	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ромб.	C <sub>2v</sub> <sup>9</sup> — Pna2 <sub>1</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0,5436	0,4810	1,176	2,16
Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>7</sup> — Fd3m	Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	1,0305	—	—	—

TeO <sub>2</sub>	Ромб.	$D_{2h}^{15} - Pbca$	—	0,5607	1,2034	0,5463	0,97
TeO <sub>2</sub>	Терп.	$D_4^4 - P4_22_1$	—	0,4810	—	0,7613	1,58
Cs <sub>3</sub> O	Гекс.	$D_{6h}^3 - P6_3/mcm$	—	0,878	—	0,752	0,86
Cs <sub>2</sub> O	Триг.	$D_{3d}^5 - R\bar{3}m$	—	0,4256	—	1,899	4,46
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ромб.	—	—	0,4322	0,7517	0,6430	1,48
Cs <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	—	—	0,986	—	—	—
CsO <sub>2</sub>	Терп.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,628	—	0,724	1,15
BaO	Куб.	$O_h^5 - Fm3m$	NaCl	0,5542	—	—	—
BaO <sub>2</sub>	Терп.	$D_{4h}^{17} - I4/mmm$	—	0,3816	—	0,6851	1,79
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Триг.	$D_3^2 - P321$	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,39373	—	0,61299	1,557
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,142	—	—	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Триг.	$D_3^2 - P321$	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,388	—	0,606	1,56
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,117	—	—	—
CeO <sub>2</sub>	»	$O_h^5 - Fm 3m$	CaF <sub>2</sub>	0,5395	—	—	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Триг.	$D_3^2 - P321$	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,386	—	0,6024	1,55
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,114	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	Триг.	$D_3^2 - P321$	$\text{La}_2\text{O}_3$	0,384	—	0,601	1,56
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	Куб.	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,1078	—	—	—
$\text{SmO}$	»	$T_d^2 - F\bar{4}3m$	—	0,49883	—	—	—
$\text{Sm}_2\text{O}_3^{*23}$	Монокл.	—	—	1,4177	0,3633	0,8847	0,62
$\text{EuO}$	Куб.	$O_h^5 - Fm 3m$	$\text{NaCl}$	0,51439	—	—	—
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	»	—	—	1,084	—	—	—
$\text{Cd}_2\text{O}_3$	»	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,079	—	—	—
$\text{Dy}_2\text{O}_3$	»	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,0667	—	—	—
$\text{Ho}_2\text{O}_3$	»	—	—	1,058	—	—	—
$\text{Er}_2\text{O}_3$	»	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,0550	—	—	—
$\text{Tb}_2\text{O}_3$	»	—	—	1,046	—	—	—
$\text{Yb}_2\text{O}_3$	»	$T_h^7 - Ia3$	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	1,0435	—	—	—
$\text{HfO}_2^{*24}$	Монокл.	$C_{2h}^5 - P2_1/c$	—	0,511	0,514	0,528	1,03
$\text{HfO}_2^{*25}$	»	—	—	0,521	0,515	0,543	1,04
$\text{HfO}_2^{*26}$	Тетр.	—	—	0,514	—	0,5288	1,02

Ta <sub>4</sub> O	Ромб.	—	—	0,7194	0,3266	0,3204	0,44
Ta <sub>2</sub> O	»	—	—	0,529	0,692	0,305	0,57
TaO	Куб.	O <sub>h</sub> <sup>5</sup> — Fm 3m	NaCl	0,4422	—	—	—
σ-Ta <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Терп.	D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P <sub>4</sub> <sub>2</sub> /mm	—	0,9934	—	0,7613	0,82
TaO <sub>2</sub>	»	D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P <sub>4</sub> <sub>2</sub> /mm	TiO <sub>2</sub>	0,4709	—	0,3065	0,651
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ромб.	—	—	0,620	0,367	0,390	0,63
W <sub>3</sub> O	Куб.	—	—	0,5036	—	—	—
WO <sub>2</sub> <sup>*27</sup>	Монокл.	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P <sub>2</sub> <sub>1</sub> /c	MoO <sub>2</sub>	0,556	0,4884	0,5546	0,99
WO <sub>3</sub> <sup>*29</sup>	»	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P <sub>2</sub> <sub>1</sub> /c	—	0,7285	0,7517	0,3835	0,53
WO <sub>3</sub> <sup>*29</sup>	Терп.	D <sub>4h</sub> <sup>7</sup> — P <sub>4</sub> /mm	ReO <sub>3</sub>	0,5250	—	0,3915	0,746
ReO <sub>2</sub> <sup>*30</sup>	Монокл.	C <sub>2h</sub> <sup>5</sup> — P <sub>2</sub> <sub>1</sub> /c	MoO <sub>2</sub>	0,5562	0,4838	0,5561	1,0
ReO <sub>3</sub>	Терп.	D <sub>4h</sub> <sup>7</sup> — P <sub>4</sub> /mm	ReO	—	—	—	—
OsO <sub>2</sub>	»	D <sub>4h</sub> <sup>16</sup> — P <sub>4</sub> <sub>2</sub> /ncm	SnO <sub>2</sub>	—	—	—	—
OsO <sub>4</sub>	»	D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P <sub>4</sub> <sub>2</sub> /mm	TiO <sub>2</sub>	0,4519	—	0,321	0,71
IrO <sub>2</sub>	»	D <sub>4h</sub> <sup>14</sup> — P <sub>4</sub> <sub>2</sub> /mm	TiO <sub>2</sub>	0,450	—	0,315	0,70
PtO	»	—	PtS	0,3046	—	0,5348	1,75

1	2	3	4	5	6	7	8
HgO	Ромб.	$D_{2h}^{16} - Pma$	—	0,6608	0,5518	0,3519	0,53
HgO	Триг.	$D_3^3 - P3_112$	—	0,3577	—	0,8681	2,43
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	$T^5 - I2_13$	—	1,0543	—	—	—
PbO	Ромб.	$C_{2v}^8 - Pbc2$	—	0,5489	0,4755	0,5891	1,07
PbO	Тетр.	$D_{4h}^7 - P4/mmm$	PbO	0,39759	—	0,5025	1,26
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	»	$D_{4h}^{14} - P4_2/mmm$	—	0,8815	—	0,6563	0,74
Pb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	—	—	0,550	—	—	—
$\alpha$ -PbO <sub>2</sub>	Ромб.	$D_{2h}^{14} - Pbcn$	—	0,4938	0,5939	0,5486	1,11
$\beta$ -PbO <sub>2</sub>	Тетр.	$D_{4h}^{14} - P4_2/mmm$	—	0,493	—	0,337	0,68
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Монокл.	$C_{2h}^5 - P2_1/c$	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,583	0,814	0,748	1,28
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Тетр.	$D \frac{7}{2d} - C4b2$	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	$O \frac{4}{h} - Pn3m$	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,0245	—	—	—
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	$T^3 - I23$	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—
Bi <sub>3</sub> O <sub>3-x</sub>	Тетр.	$D \frac{17}{4h} - I4/mmm$	—	—	—	—	—



ThO <sub>2</sub>	Куб.	$0 \frac{5}{h} - Fm3m$	CaF <sub>2</sub>	0,559	—	—	—
PaO	»	—	—	0,4961	—	—	—
UO	»	$0 \frac{5}{h} - Fm3m$	NaCl	0,492	—	—	—
α-UO <sub>2</sub>	»	$0 \frac{5}{h} - Fm3m$	CaF <sub>2</sub>	0,54682	—	—	—
β-UO <sub>2</sub>	»	—	—	0,5440	—	—	—
γ-UO <sub>2</sub>	Терп.	—	—	0,5388	—	0,5561	1,03
U <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	»	—	—	0,545	—	0,540	0,99
U <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ромб	—	—	0,829	3,171	0,673	0,81
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	»	—	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,67198	0,3983	0,41462	0,62
α-UO <sub>3</sub>	Гекс.	—	—	0,3963	—	0,4160	1,05
UO <sub>3</sub>	Куб.	—	—	0,4146	—	—	—

I	2	3	4	5	6	7	8
UO <sub>3</sub>	Ромб.	—	—	1,301	1,072	0,751	0,58
NPO	Куб.	—	—	0,500	—	—	—
NPO <sub>2</sub>	»	—	—	0,5425	—	—	—
PuO	»	—	—	0,494	—	—	—
PuO <sub>2</sub>	»	—	—	0,5386	—	—	—

\*<sup>1</sup> Лед. \*<sup>2</sup> При -55° С. \*<sup>3</sup> При -155° С. \*<sup>4</sup> При <91° С. \*<sup>5</sup> При <163° С. \*<sup>6</sup> При <11,2° С. \*<sup>7</sup> β-кварц. \*<sup>8</sup> α-кварц. \*<sup>9</sup> α-три-  
клинит. \*<sup>10</sup> α-клинит. \*<sup>11</sup> β-клинит. \*<sup>12</sup> β=93,11°. \*<sup>13</sup> α=97,55°. β=112,34°. γ=108,50°. \*<sup>14</sup> Анагас. \*<sup>15</sup> Брукит. \*<sup>16</sup> Рутил.  
\*<sup>17</sup> β=138,83°. \*<sup>18</sup> β=122,18°. \*<sup>19</sup> β=80,16°. \*<sup>20</sup> β=80,16°. \*<sup>21</sup> β=119,6°. \*<sup>22</sup> β=120°. \*<sup>23</sup> β=99,96°. \*<sup>24</sup> β=99,73° при <1640° С. \*<sup>25</sup> β=98,80°  
при 1640—1920° С. \*<sup>26</sup> При 1920° С. \*<sup>27</sup> β=118,93°. \*<sup>28</sup> β=90,90° при <700° С. \*<sup>29</sup> При >700° С. \*<sup>30</sup> β=120,87°.

# 5. ПЛОТНОСТЬ ОКИСЛОВ [1, 2, 6, 10, 14, 17—21]

Окисел	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Окисел	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Окисел	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
1	2	1	2	1	2
H <sub>2</sub> O	1000	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3357	Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	3800—4000
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1463	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5210	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3780
BeO	3030	CrO <sub>3</sub>	2700	I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4800
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1844	MnO	5430—5460	BaO	5720
CO	1250 <sup>*4</sup>	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	4700	BaO	4960
CO <sub>2</sub>	1970 <sup>*4</sup>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4940	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6510
N <sub>2</sub> O	1977 <sup>*4</sup>	MnO <sub>2</sub>	5026	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6900—7000
NO	1340 <sup>*4</sup>	FeO	5870	CeO <sub>2</sub>	7130
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1477 <sup>*4</sup>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5000—5400	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7400
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1491 <sup>*4</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5240	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7400
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1642 <sup>*4</sup>	CoO	5700—6700	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7407
F <sub>2</sub> O	1900	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	6070	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7407
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2805	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5180	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2650
MgO	3650	NiO	7450	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9170
α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3970	Ga <sub>2</sub> O	5800—6110	HfO <sub>2</sub> <sup>*10</sup>	10010
δ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2400	CuO	6400—6450	HfO <sub>2</sub> <sup>*8</sup>	9680
SiO <sub>2</sub> <sup>*1</sup>	2651	ZnO	5660	Ta <sub>2</sub> O	15500
SiO <sub>2</sub> <sup>*2</sup>	2260	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*5</sup>	6440	Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9950
SiO <sub>2</sub> <sup>*3</sup>	2320	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*6</sup>	5880	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8730
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	2135	GeO <sub>2</sub>	4700—6300	W <sub>3</sub> O	14800
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2390	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3870	WO <sub>2</sub>	11400
SO <sub>2</sub>	2390 <sup>*4</sup>	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4090	WO <sub>3</sub>	6470
SO <sub>3</sub>	2750 <sup>*4</sup>	SrO	4700	ReO <sub>3</sub>	6974
Cl <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3890 <sup>*4</sup>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4840	ReO <sub>4</sub>	8400
ClO <sub>2</sub>	3090 <sup>*4</sup>	ZrO <sub>2</sub> <sup>*6</sup>	5560	OsO <sub>2</sub>	7910
K <sub>2</sub> O	2320	ZrO <sub>2</sub> (Tp)	6270	OsO <sub>4</sub>	4910
CaO	3370	NbO	7260	HgO	11140
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3864	NbO <sub>2</sub> <sup>†</sup>	5980	PbO	9530
TiO	4930—5530	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4950	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	9100
TiO <sub>2</sub> <sup>*7</sup>	3830	MoO <sub>3</sub>	4110	PbO <sub>2</sub>	9375
TiO <sub>2</sub> <sup>*8</sup>	4170	MoO <sub>3</sub>	4690	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8900
TiO <sub>2</sub> <sup>*9</sup>	4240	CdO	6950	ThO <sub>2</sub>	10000
VO	5200—5758	SnO	6450	UO <sub>2</sub> <sup>†</sup>	10960
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4870	SnO <sub>2</sub>	6950	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> <sup>†</sup>	8100—8300
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4550	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5200	UO <sub>3</sub>	5920—7540
VO <sub>2</sub>	4339				

<sup>\*1</sup> Кварц. <sup>\*2</sup> Тридимит. <sup>\*3</sup> Кристобалит. <sup>\*4</sup> При температуре 20° С и давлении 101,325 кПа. <sup>\*5</sup> Гексагональный. <sup>\*6</sup> Моноклинный. <sup>\*7</sup> Анатаз. <sup>\*8</sup> Брунит. <sup>\*9</sup> Рутил. <sup>\*10</sup> Тетрагональный.

## ГЛАВА II

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

#### 1. СТАНДАРТНАЯ ТЕПЛОТА ОБРАЗОВАНИЯ (СТАНДАРТНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭНТАЛЬПИИ) И СТАНДАРТНАЯ ЭНТРОПИЯ

[1; 9 вып. I—VII; 19; 28; 34; 35; 36; 41; 75; 52; 66, т. I; 79, тт. I, II; 81, т. V; 92; 101; 144; 156; 183; 189; 190; 206]

Оксид	Состояние	Стандартная теплота образования $-\Delta H_{298,15}^0 \cdot 10^{-3}$ , кДж/кмоль	Стандартная энтропия $S_{298,15}^0$ , кДж/(кмоль·К)
1	2	3	4
H <sub>2</sub> O	т	292,046	(39,356)
	ж	286,0208±0,0401	70,13±0,21
	г	241,980±0,042	188,850±0,050
HO	г	-38,983±1,256	183,759±0,033
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж	187,90±0,08	109,57±0,42
	г	136,24±0,17	233,037±0,50
H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	46,1±20,9	—
HO <sub>2</sub>	г	-20,545±8,374	227,59±1,67
H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ж	24,7±16,7	—
	г	-25,5±16,7	266,28±4,19*1
D <sub>2</sub> O	ж	294,797±0,100	75,95±0,21
	г	249,370±0,105	198,375±0,050
DO	г	-36,019	189,696±0,033
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж	196,499±0,419	—
	г	144,122±0,377	239,82±0,63
DO <sub>2</sub>	г	-16,785±8,374	231,57±1,67
T <sub>2</sub> O	ж	298,653±0,46	—
	г	252,598±0,209	204,266±0,063
TO	г	-35,651±1,26	193,263±0,037
TO <sub>2</sub>	г	-15,165±8,374	234,21±1,88
HDO	ж	290,145±0,209	79,34
	г	245,476±0,209	199,539±0,05
HDO <sub>2</sub>	г	—	242,42±0,84
HTO	ж	293,83±1,26	—
	г	246,921±0,209	202,721±0,063
DTO	г	250,936±0,209	207,121±0,063
HDO <sub>3</sub>	г	140,170±0,461	—
Li <sub>2</sub> O	т	596,912±0,0	37,93
	г	133,304±12,56	238,80
LiO	г	-79,679±20,9	206,65
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т	634,30±16,75	69,08
	г	115,137±25,12	—

1	2	3	4
LiO <sub>2</sub>	T	(238,6)	—
Be <sub>2</sub> O	Г	33,49±41,87	—
BeO	T	599,13±4,19	14,11
	Г	—126,44	197,64
Be <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	418,68±79,55	—
Be <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Г	1038,33±37,68	—
Be <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	Г	1553,30±50,24	—
Be <sub>5</sub> O <sub>5</sub>	Г	2068,28±75,36	—
Be <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	Г	2612,56±92,11	—
B <sub>2</sub> O	Г	—	231,11±2,51
BO	Г	—22,23±15,91	203,478±0,042
B <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	456,36±8,37	242,83±0,84
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1273,75±1,21	54,01±0,29
	am	1254,83±1,72	80,81±1,26
	CT	1245,99	77,66
	Г	842,028±8,37	279,26±2,93
BO <sub>2</sub>	Г	293,08±20,9	229,646±0,419
BO <sub>3</sub>	—	1461,19	—
C <sub>2</sub> O	Г	—289,73±12,56	233,20±0,84
C <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Г	33,5±20,9	257,794
CO	Г	110,598±0,129	197,676±0,029
CO <sub>2</sub>	Ж	399,052±0,837	—
	Г	393,777±0,046	213,824±0,042
CO <sub>3</sub>	Г	—	259,2±1,26
N <sub>2</sub> O	Г	—81,70±0,42	220,02±0,13
NO	Г	—90,31±0,29	210,72±0,08
N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	—168,73	—
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ж	—49,40	—
	Г	—83,32±1,26	307,31±1,26
NO <sub>2</sub>	Г	—33,49±0,84	240,32±0,16
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ж	19,05	209,34
	Г	—9,63±1,67	303,96±0,84
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	42,71±2,51	178,36
	Г	—11,72±2,09	355,88±2,09
NO <sub>3</sub>	Г	—71,18±20,9	252,88±2,09
O	Г	—249,349±0,126	161,054±0,021
O <sub>2</sub>	Г	0,000	205,174±0,033
O <sub>3</sub>	Г	—142,35±2,09	238,98±0,21
O <sub>4</sub>	Г	0,544±0,837	—
F <sub>2</sub> O	Г	—25,12±8,4	247,15±0,08
FO	Г	—136,07	218,011±0,84
F <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	—19,80±1,26	—
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Г	—26,13±3,14	—
FO <sub>2</sub>	Г	77,456	—
F <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Г	(224,41)	—
Na <sub>2</sub> O	T	416,16	72,85
	Г	154,91	—
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T	511,2±2,1	94,622
NaO <sub>2</sub>	T	260,0±2,9	115,974
	F	163,29	—

1	2	3	4
MgO	T	602,23±0,42	26,921
	Г	29,73	213,296
MgO <sub>2</sub>	T	623,0	85,829
Al <sub>2</sub> O	Г	128,12	259,58±1,67
AlO	Г	—89,60	218,425±0,042
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	391,47±20,9	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1676,81±1,26* <sup>2</sup>	50,95±0,08
	T	1662,2* <sup>3</sup>	—
	am	1603,5	—
	Г	833,17	—
SiO	T	437,94	27,214
	Г	103,41±6,28	211,60±0,08
Si <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	404,44±33,5	—
SiO <sub>2</sub> * <sup>4</sup>	T	911,55±1,42	41,868±0,419
■ <sup>5</sup>	T	908,87±1,55	42,663±0,419
	T	906,02	43,54±0,84
	CT	902,17±1,51	46,89
	am* <sup>6</sup>	897,44±1,51	—
* <sup>7</sup>	T	906,48±1,55	40,40±0,21
* <sup>8</sup>	T	862,10±1,88	27,80±0,21
	Г	326,6±33,5	227,76±1,67
PO	Г	27,855	222,82±0,13
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ж	1130,4±37,7	142,351
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	T	1641,23	—
	Г	1594,58	347,09±0,84
PO <sub>2</sub>	T	272,14	48,15
	Г	387,70	253,72±3,35
P <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	Г	2407,510	385,2±8,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	1531,53	140,26
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	T	2986,03±4,19	240,32±0,08
	am	3044,64	—
	CT	3084,0	—
	Г	2896,43±5,86	394,82±6,28
S <sub>2</sub> O	Г	109,32±5,0	267,33±0,63
SO	Г	—0,41±1,26	221,98±0,17
SO <sub>2</sub>	Ж	322,38	—
SO <sub>3</sub> * <sup>9</sup>	Г	297,10±0,21	248,24±0,08
■ <sup>10</sup>	T	462,73	—
	T	449,872	—
	Ж	439,28±1,26	—
	Г	396,11±0,38	256,86±0,21
	Г	1314,66	—
S <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	T	813,50	—
S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Г	—76,62±1,26	266,402±0,17
Cl <sub>2</sub> O	Г	—101,40±0,42	226,669±0,84
ClO	Г	—104,67±6,28	257,195±0,08
ClO <sub>2</sub>	Г	—154,9±8,4	—
ClO <sub>3</sub>	Ж	321,13±1,26	—
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Г	287,13±1,34	—

1	2	3	4
K <sub>2</sub> O	T	361,739	96,3
	Г	58,62	—
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T	494,04±41,87	113,0
	Г	159,10	—
K <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	561,03	140,26
KO <sub>2</sub>	T	283,03±3,35	116,81
K <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	561,03	—
KO <sub>3</sub>	T	260,00±3,77	—
CaO	T	635,514±0,879	39,78±0,84
	Г	59,402±16,75	219,761
CaO <sub>2</sub>	T	654,82±4,19	—
Sc <sub>2</sub> O	Г	102,58±46,05	—
ScO	Г	66,15* <sup>11</sup>	—
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1918,8	103,83
TiO <sub>0,1</sub>	T	57,36	—
TiO <sub>0,2</sub>	T	114,72	—
TiO <sub>0,3</sub>	T	172,08	—
TiO <sub>0,4</sub>	T	229,44	—
TiO <sub>0,8</sub>	T	434,17	—
TiO <sub>0,9</sub>	T	480,23	—
TiO	T	526,28	34,79±0,21* <sup>12</sup>
	Г	—57,31±9,21	227,76±7,12
TiO <sub>1,01</sub>	T	530,89	35,96±0,42* <sup>12</sup>
TiO <sub>1,1</sub>	T	572,34	—
TiO <sub>1,20</sub>	T	618,39	—
TiO <sub>1,22</sub>	T	627,60	—
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1518,97	77,37±0,21
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	T	2457,65	127,15±0,42
Ti <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	T	3389,63	194,94±0,63
Ti <sub>5</sub> O <sub>9</sub>	T	4319,52	249,11±0,84
Ti <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	T	5248,15	301,45±0,84
Ti <sub>7</sub> O <sub>13</sub>	T	6178,04	356,72
Ti <sub>8</sub> O <sub>15</sub>	T	7105,00	405,70
Ti <sub>9</sub> O <sub>17</sub>	T	8035,73	459,71
Ti <sub>10</sub> O <sub>19</sub>	T	8967,71	504,09±1,26
TiO <sub>2</sub> * <sup>13</sup>	T	944,50±0,96	50,37±0,21
* <sup>14</sup>	T	939,27±1,26	49,95±0,42
* <sup>15</sup>	T	921,1	—
	am	900,2	—
	Г	297,397±21,35	259,16±4,19
VO <sub>0,86</sub>	T	—	32,28±0,42
VO	T	432,08±4,61	33,62±0,42
	Г	—151,386±41,87	231,11±2,09

1	2	3	4
VO <sub>1,24</sub>	T	523,77±5,86	39,31±0,42
VO <sub>1,30</sub>	T	—	41,95±0,42
V <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	1473,75±58,62	—
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1219,87±2,64	98,39±1,26
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	T	1942,68±3,77	154,91±4,19
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	T	2663,64±5,44	211,43±0,84
V <sub>5</sub> O <sub>9</sub>	T	3380,42±7,12	258,74±6,28
V <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	T	4096,78±8,40	322,38±8,37
V <sub>7</sub> O <sub>13</sub>	T	4811,47±9,63	351,69±16,75
V <sub>8</sub> O <sub>15</sub>	T	5526,16±10,89	401,93±16,75
VO <sub>2</sub>	T	715,94±8,37	—
	Г	226,09±29,31	—
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	1427,70±5,86	96,72±1,26
V <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	Г	2457,7±25,1	—
V <sub>6</sub> O <sub>13</sub>	T	4440,52±12,6	289,73±16,75
V <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	T	2327,9	—
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	1553,30±9,63	131,05±1,26
V <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	T	2826,1±20,9	—
CrO	T	389,37	—
	Г	272,14	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1141,32±1,67	81,22±1,26
*16	T	1510,18	—
*17	T	1848,47	—
*18	T	2176,30	—
CrO <sub>1,98</sub>	T	582,80	—
CrO <sub>2</sub>	T	588,66	48,15
	Г	61,127	—
Cr <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	T	2888,9	—
Cr <sub>8</sub> O <sub>21</sub>	T	4743,64	—
CrO <sub>3</sub>	T	590,76±3,35	73,27
	Г	295,081±83,7	270,89±12,6
(CrO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Г	1628,7±41,9	—
(CrO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	Г	2210,6±41,9	—
(CrO <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	Г	2771,7±41,9	—
MnO	T	385,35±0,46	—
	T	—	61,55±2,09*19
	T	—	226,50±6,28*20
	Г	—123,866±12,56	—
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	1388,55±1,05	154,91±8,37
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	958,36±0,84	110,53±2,09
MnO <sub>2</sub>	T	521,84±0,84	53,17±0,42
Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Ж	726,83±2,5	—
Fe <sub>0,947</sub> O	T	265,44±1,67	57,61±0,42
FeO	T	265,02±4,19	60,79±0,42
	Г	—255,767	272,14±2,93
FeO <sub>1,05</sub>	T	278,84±4,19	—
FeO <sub>1,056</sub>	T	280,306±1,758	60,83±0,42



1	2	3	4
FeO <sub>1,10</sub>	T	292,66±4,19	—
FeO <sub>1,15</sub>	T	306,06±4,19	—
FeO <sub>1,20</sub>	T	319,87±4,19	—
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	1117,88±2,09	146,29±0,84
	T	—	145,70±0,84* <sup>21</sup>
	T	—	144,19±0,84* <sup>22</sup>
	T	—	142,48±0,84* <sup>23</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	822,71±4,19	87,50±2,09
	am	688,73	—
CoO	T	239,07±1,26	52,75±0,42
	am	211,43	—
	Γ	—309,652±21,353	242,0±8,4
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	887,6±8,4	103,0±0,8
NiO	T	239,90±0,54	38,02±0,42
	Γ	—313,901±20,93	241,16±8,4
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	485,7	—
Cu <sub>2</sub> O	T	173,292±1,340	92,99±0,21
CuO* <sup>24</sup>	T	157,131±0,879	—
* <sup>25</sup>	T	162,113±1,256	—
	T	—	42,66±0,21
	Γ	—320,215±41,87	234,88±2,1
Zn <sub>2</sub> O	Γ	≥21,269	—
ZnO	T	350,962±0,25	43,67±0,42
	Γ	—	224,83±2,09
Ga <sub>2</sub> O	T	355,9	94,2
	Γ	85,83±6,28	283,87±2,09
GaO	T	—141,292±17,166	—
	Γ	—	230,99±0,21
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1089,82±3,35	85,03±0,42
	Γ	516,23±25,1	—
GeO	T	255,4±20,9	52,34
	Γ	30,702	223,95±0,21
Ge <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Γ	247,0±20,9	—
Ge <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	Γ	460,5±33,5	—
GeO <sub>2</sub> * <sup>26</sup>	T	580,54±1,42	39,73±0,13
* <sup>27</sup>	T	555,09±1,00	55,31±0,42
	am	539,39±1,17	—
AsO	Γ	—57,326±18,00	230,32±0,33
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	654,82	107,18
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> * <sup>28</sup>	T	1332,45±2,51	245,35
* <sup>29</sup>	T	1335,69±2,51	233,62±8,37
	Γ	1230,9±8,4	—
AsO <sub>3</sub>	T	367,601	—
As <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	800,10±1,26	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	927,04±1,67	105,5±1,67
SeO	T	—	46,06
	Γ	—54,625±8,40	234,46±0,21
SeO <sub>2</sub>	T	225,67±2,09	62,8
	Γ	126,86±4,61	265,02±0,42

1	2	3	4
Se <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	415,33	—
SeO <sub>3</sub>	T	172,91	—
	Γ	92,110	268,0
BrO	Γ	—125,713±2,51	237,446±0,92
BrO <sub>2</sub>	T	—52,34	—
Rb <sub>2</sub> O	T	330,338	113,04
Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T	424,96±41,87	115,14
Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	508,696	136,07
RbO <sub>2</sub>	T	284,70±2,51	130,18±0,63* <sup>30</sup>
Rb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	528,374	—
Sr <sub>2</sub> O	Γ	236,97	—
SrO	T	590,76±8,37	54,43
	Γ	59,620±8,79	230,111
SrO <sub>2</sub>	T	641,42±16,7	62,0
Y <sub>2</sub> O	Γ	—19,26±33,49	—
YO	Γ	48,15* <sup>11</sup>	—
Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Γ	514,98	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1758,5±37,7	123,5
ZrO <sub>0,079</sub>	T	41,87±2,51	—
ZrO <sub>0,201</sub>	T	119,32±2,51	—
ZrO <sub>0,333</sub>	T	194,69±2,51	—
ZrO <sub>0,46</sub>	T	268,37±25,5	57,36±15,07
ZrO	T	724,3±41,9	—
	Γ	91,394±41,9	227,76±0,42
Zr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1808,7	—
ZrO <sub>2</sub>	T	1101,30±0,63* <sup>31</sup>	50,41±0,42
	T	1090,24±2,09* <sup>32</sup>	—
	Γ	295,931±20,9	267,96±5,02
NbO	T	406,12±4,19	50,24
	Γ	—199,924±41,9	239,07±1,26
NbO <sub>2</sub>	T	795,91±0,84	54,55±0,42
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	1899,13±1,67	137,33±0,84
MoO <sub>2</sub>	T	589,50±0,84	46,31±0,21
	Γ	13,40±20,9	—
Mo <sub>4</sub> O <sub>11</sub>	T	2809,3	—
Mo <sub>8</sub> O <sub>23</sub>	T	5823,8	—
Mo <sub>9</sub> O <sub>26</sub>	T	6585,8	—
MoO <sub>3</sub>	T	745,67±0,42	77,79±0,42
	Γ	363,0±20,9	279,26±12,6
(MoO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Γ	1201,6±29,3	—
(MoO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Γ	1925,9±62,8	—
(MoO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	Γ	2595,8±41,9	—
(MoO <sub>3</sub> ) <sub>5</sub>	Γ	3286,6±41,9	—
TcO <sub>2</sub>	T	434,3	54,43±4,19
TcO <sub>3</sub>	T	540,1±25,1	77,46±4,19
Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	T	1115,36±11,72	191,76±8,37
	Γ	983,06±11,72	—
RuO	Γ	—412,643±41,87	237,81±6,28
RuO <sub>2</sub>	T	305,22±6,28	58,62±6,28

1	2	3	4
RuO <sub>3</sub>	Г	78,29±10,47	276,3±12,6
RuO <sub>4</sub>	Г	239,48±5,44	141,1
	Ж	228,60±5,02	177,52
	Г	184,22±5,02	290,86±0,42
Rh <sub>2</sub> O	Т	95,04	106,8
RhO	Т	94,20	50,24
	Г	-409,921±62,8	229,86±8,37
Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	355,9	106,34±8,37
RhO <sub>2</sub>	Г	-188,4	—
PdO	Т	115,56±3,35	38,94±4,19
	Г	-337,310.	248,70±8,37
Ag <sub>2</sub> O	Т	31,150	121,42±0,29
AgO	Т	—	57,82
	Г	-292,716	245,77±0,42
Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т	24,70±2,09	85,4
AgO <sub>2</sub>	Т	—	63,85
CdO	Т	259,16±1,26	54,85±1,26
	am	238,6	—
	Г	-81,123	233,20±2,1
In <sub>2</sub> O	Т	167,47	117,23
	Г	55,387±30,56	298,52±2,51
InO	Т	272,14	60,7
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	926,41±1,67	108,02±3,35
	Г	—	134,92±0,92
	Т	904,35±29,31	—
SnO	Т	286,168±0,67	56,52±2,09
	Г	-20,867	232,162±0,042
(SnO) <sub>2</sub>	Г	238,6±25,1	—
(SnO) <sub>3</sub>	Г	510,8±37,7	—
(SnO) <sub>4</sub>	Г	787,1±41,9	—
SnO <sub>2</sub>	Т	581,17±3,35	52,34±1,26
SbO	Г	-103,569±83,7	238,40±0,25
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	699,61	123,1
	Т	705,48* <sup>33</sup>	—
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub> * <sup>20</sup>	Т	—	265,44±8,37
* <sup>33</sup>	Т	1418,07±5,86	282,19±8,37
SbO <sub>2</sub>	Т	447,99	63,64
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Т	908,12±4,6	127,28±8,37
Sb <sub>6</sub> O <sub>13</sub>	Т	2806,83	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	1008,18	125,19±8,37
TeO	Т	234,46	54,43
	Г	-174,016±6,7	240,74±0,42
TeO <sub>2</sub>	Т	321,96±5,0	58,62±8,37
	Г	51,92±9,63	273,40±1,67
IO	Г	-168,041±25,1	245,447±1,05
I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Г	183,38	—
Cs <sub>2</sub> O	Т	317,78	96,3
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т	401,9±62,8	167,5
Cs <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	465,6	196,78
CsO <sub>2</sub>	Т	289,73±2,09	—
Ba <sub>2</sub> O	Т	615,460	98,39

1	2	3	4
	Г	298,94	—
BaO	Т	558,94	70,338
	Г	136,49	235,516
Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	638,91	—
BaO <sub>2</sub>	Т	635,93±1,05	77,46
La <sub>2</sub> O	Г	—51,92±33,49	—
LaO	Г	116,81* <sup>11</sup>	—
La <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Г	510,79	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1799,00±5,44	127,40
CeO	Г	93,37* <sup>11</sup>	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1821,26±25,12	152,40
CeO <sub>2</sub>	Т	1089,32±1,382	74,11
PrO	Г	139,42* <sup>11</sup>	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1824,61±0,67	158,68
PrO <sub>1,703</sub>	—	935,75±3,35	—
PrO <sub>1,717</sub>	—	938,56	—
PrO <sub>1,804</sub>	—	948,31±3,35	—
Pr <sub>3</sub> O <sub>11</sub>	Т	5717,494±20,097	488,6
PrO <sub>2</sub>	Т	962,96	71,18
NdO	Г	139,42* <sup>11</sup>	—
A-Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1784,0±1,26	158,68
SmO	Г	144,44* <sup>11</sup>	—
C-Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>34</sup>	Т	1827,5±7,1	—
B-Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>35</sup>	Т	1833,4±7,9	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	—	152,82
EuO	Т	607,92±17,17	86,67±12,56
	Г	136,91	—
C-Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>34</sup>	Т	1734,6±6,7	—
B-Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>35</sup>	Т	1726,64±5,11	—
GdO	Г	74,53* <sup>11</sup>	—
B-Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1825,44±1,80	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	—	150,72
TbO	Г	83,74* <sup>11</sup>	—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1828,79±8,37	158,26
TbO <sub>1,71</sub>	Т	934,91±4,19	—
TbO <sub>1,80</sub>	Т	947,891±4,19	—
DyO	Г	84,15* <sup>11</sup>	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1866,64±3,89	149,89
HoO	Г	99,65* <sup>11</sup>	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1882,0±5,0	158,26
ErO	Г	71,59* <sup>11</sup>	—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1899,0±1,9	153,24
TuO	Г	87,09* <sup>11</sup>	—
Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1890,0±6,0	153,24
YbO	Г	>—30,14* <sup>11</sup>	—
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1816,0±44,1	133,14
LuO	Г	23,03* <sup>11</sup>	—

1	2	3	4
$\text{Lu}_2\text{O}_3$	T	$1896,0 \pm 13,8$	$110,033$
$\text{HfO}_{0,104}$	T	$59,45 \pm 5,86$	—
$\text{HfO}_{0,152}$	T	$87,92 \pm 5,86$	—
$\text{HfO}_{0,199}$	T	$115,14 \pm 5,86$	—
$\text{HfO}_{0,255}$	T	$153,24 \pm 5,86$	—
HfO	Г	$-120,316 \pm 25,54$	$237,72 \pm 0,84$
$\text{HfO}_2^{*36}$	T	$1118,29 \pm 2,09$	$59,37 \pm 0,63$
$^{*32}$	T	$1127,09 \pm 2,09$	—
	Г	$224,965 \pm 20,9$	$275,91 \pm 5,02$
TaO	Г	$236,387 \pm 41,87$	$241,16 \pm 0,08$
$\text{TaO}_2$	T	—	$385,2$
	Г	$184,2 \pm 20,9$	$279,68 \pm 1,67$
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	T	$2048,6 \pm 1,67$	$143,19 \pm 1,67$
$\text{W}_3\text{O}$	T	$316,52$	$83,7 \pm 8,4$
$\text{WO}_2$	T	$589,92 \pm 0,84$	$50,58 \pm 0,42$
	Г	$-76,20 \pm 29,31$	—
$\text{W}_2\text{O}_5$	T	$1402,6$	—
$\text{W}_3\text{O}_8$	Г	$1710,31 \pm 41,9$	—
$\text{WO}_2^{*37}$	T	$776,23 \pm 8,37$	$68,66 \pm 1,26$
$\text{WO}_2^{*38}$	T	$818,94 \pm 8,37$	$73,27 \pm 0,84$
$\text{WO}_2^{*39}$	T	$838,59 \pm 8,37$	$74,94 \pm 0,84$
$\text{WO}_3$	Г	$843,22 \pm 0,84$	$76,0 \pm 0,5$
	Г	$299,77 \pm 29,3$	—
$(\text{WO}_3)_2$	Г	$1168,1 \pm 41,9$	$415,75$
$(\text{WO}_3)_3$	Г	$2026,4 \pm 41,9$	$504,93$
$(\text{WO}_3)_4$	Г	$2805,2 \pm 41,9$	$605,41$
ReO	Г	—	$242,42 \pm 4,19$
$\text{Re}_2\text{O}_3$	T	$519,58 \pm 7,54^{*32}$	—
$\text{ReO}_2$	T	$451,76 \pm 3,77$	$56,52 \pm 8,37$
	T	$1001,48 \pm 5,02^{*40}$	—

1	2	3	4
ReO <sub>3</sub>	T	593,27±4,19	80,81±8,37
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	T	1272,79±8,39	207,37±0,84
	Г	1116,2±9,2	—
ReO <sub>4</sub>	T	645,6	144,45
OsO	Г	—	254,14±8,37
OsO <sub>2</sub>	T	259,58±41,87	71,2±8,4
OsO <sub>3</sub>	Г	280,1±12,6	—
OsO <sub>4</sub> <sup>*41</sup>	T	383,93	145,3
<sup>*42</sup>	T	391,047	124,95
	T	393,98±8,37	136,9±8,4
	Г	336,41±8,79	293,83±0,33
IrO	Г	—563,598±20,9	257,49±8,37
Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	284,70	110,95
IrO <sub>2</sub>	T	254,98±1,67	58,6±12,6
	Г	—216,04±12,56	263,8
IrO <sub>3</sub>	Г	—13,40±6,28	288,9
PtO	T	71,18	56,52
	Г	—442,641	256,65±8,37
Pt <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	267,96±100,48	167,5±16,8
PtO <sub>1,39</sub>	T	56,94±4,61	—
Pt <sub>3</sub> O <sub>4,17</sub>	T	170,82±13,82	—
PtO <sub>2</sub>	T	133,98±41,87	69,08
	Г	—170,82±6,28	259,6
AuO	Г	—	254,98±1,67
Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	12,98±2,51	125,6
Hg <sub>2</sub> O	T	92,11	125,6
HgO <sup>*42</sup>	T	90,52±0,13	71,335
<sup>*43</sup>	T	90,937±0,100	70,34±0,21
<sup>*27</sup>	T	90,31±0,29	71,531
	Г	—	241,58±2,09
Tl <sub>2</sub> O	T	167,47±7,54	99,65
	T	—8,79±6,28	314,00±2,93
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	390,63±4,19	140,26
Tl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	448,0	—

1	2	3	4
PbO* <sup>42</sup>	т	217,76±0,71	68,75±0,21
* <sup>43</sup>	т	219,43±0,63	66,15±1,26
	г	-68,89±5,44	240,07±0,13
Pb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г	122,67	—
Pb <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	г	315,68	—
Pb <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	г	561,03	—
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	т	723,90±1,88	211,43±6,7
PbO <sub>2</sub>	т	276,75±1,26	76,62±2,1
BiO	т	209,3	62,8
	г	-118,97±83,7	246,23±0,21
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	578,2±4,2	151,6±4,2
PoO <sub>2</sub>	т	251,2	71,18±8,4
RaO	т	544,28	71,18
Ac <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	1858,94	152,82
ThO	т	607,09	67,0
ThO <sub>2</sub>	т	1227,57	65,272±0,209
	г	≥ 510,37	—
PaO <sub>3</sub>	т	1029,95	74,53
Pa <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	2093,40	157,0
UO	т	540,1	67,0
U <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	т	3573,43	276,33
UO <sub>2</sub>	т	1086,48±8,37	78,00
U <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	2386,48	—
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	т	3579,71	281,8
UO <sub>3</sub>	т	1226,73	98,68
	г	569,40	—
NpO <sub>2</sub>	т	1029,95	80,35
Np <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	2135,27	180,03
PuO	т	481,48	83,74
Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	1666,35±41,87	159,10
PuO <sub>2</sub>	т	1058,7±1,60	82,48
Am <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	1758,46	154,91
AmO <sub>2</sub>	т	1004,41	83,74

\*<sup>1</sup> S<sup>0</sup><sub>253,15</sub>. \*<sup>2</sup> Корунд, гексагональный. \*<sup>3</sup> Тетрагональный. \*<sup>4</sup> α-кварц.  
\*<sup>5</sup> α-кристобалит. \*<sup>6</sup> Мелкодисперсный. \*<sup>7</sup> Коэсит. \*<sup>8</sup> Стишовит. \*<sup>9</sup> Тугоплавкое, волокнистое. \*<sup>10</sup> Легкоплавкое, волокнистое. \*<sup>11</sup> ΔH<sub>f</sub><sup>0</sup>. \*<sup>12</sup> Приведено S<sup>0</sup><sub>298,15</sub>.  
S<sup>0</sup><sub>0</sub>. \*<sup>13</sup> Рутил. \*<sup>14</sup> Анатаз. \*<sup>15</sup> Гидратированный, осажденный. \*<sup>16</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.  
\*<sup>17</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O. \*<sup>18</sup> Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O. \*<sup>19</sup> Гексагональный. \*<sup>20</sup> Кубический. \*<sup>21</sup> 1% катионных вакансий. \*<sup>22</sup> 2% катионных вакансий. \*<sup>23</sup> 4% катионных вакансий.  
\*<sup>24</sup> Микрокристаллический. \*<sup>25</sup> Макрокристаллический. \*<sup>26</sup> Тетрагональный.  
\*<sup>27</sup> Гексагональный. \*<sup>28</sup> Клауденит. \*<sup>29</sup> Арсенолит. \*<sup>30</sup> 99,8% чистоты. \*<sup>31</sup> Вадделент. \*<sup>32</sup> Гидратированный. \*<sup>33</sup> Ромбический. \*<sup>34</sup> Низкотемпературная модификация. \*<sup>35</sup> Высокотемпературная модификация. \*<sup>36</sup> Моноклинный. \*<sup>37</sup>  $\frac{1}{18}$  W<sub>18</sub>O<sub>49</sub>.  
\*<sup>38</sup>  $\frac{1}{10}$  W<sub>10</sub>O<sub>29</sub>. \*<sup>39</sup>  $\frac{1}{50}$  W<sub>50</sub>O<sub>148</sub>. \*<sup>40</sup> ReO<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O. \*<sup>41</sup> Белый. \*<sup>42</sup> Желтый. \*<sup>43</sup> Красный.

2. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОТЫ ОБРАЗОВАНИЯ [19, 75]  
( $-\Delta H_T^0 \cdot 10^{-3}$ , кДж/моль)

Окисел	Состояние	Температура, К									
		298,15	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H <sub>2</sub> O	ж, г	286,0	243,0	244,9	246,6	248,1	249,1	250,0	251,4	251,4	252,3
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж, г	187,4	187,4	139,8	140,7	141,1	141,1	140,9	—	—	155,7
Li <sub>2</sub> O	т	596,9	573,2	580,3	579,7	578,0	575,1	571,7	—	—	—
BeO	т	599,2	599,4	599,2	597,9	596,9	595,0	593,3	—	—	598,3
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т, ж	1278,6	1278,6	1277,0	1249,1	1243,1	1237,6	1234,7	1233,0	—	—
CO	г	110,5	110,1	110,3	111,0	112,0	113,0	114,5	115,8	117,2	119,1
CO <sub>2</sub>	г	393,8	393,8	394,2	394,4	395,2	394,8	394,8	396,5	396,9	397,1
N <sub>2</sub> O	г	-81,6	-81,2	-81,4	-82,1	-82,9	-83,7	-85,0	-86,2	-87,1	-87,9
NO	г	-90,4	-90,4	-90,4	-90,4	-90,4	-90,6	-90,6	-90,9	-90,9	-90,9
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г	-73,3	-73,3	—	-32,4	-33,1	—	-33,5	-34,3	-34,8	-34,3
NO <sub>2</sub>	г	-33,9	-33,5	-10,5	-13,0	-16,3	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	г	-9,6	-9,2	-10,5	-13,0	-16,3	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O	т, ж	416,2	421,6	421,4	420,4	417,8	578,2	569,8	561,4	553,1	544,7
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т, ж	511,2	516,2	514,1	485,7	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	т	260,0	259,6	255,4	251,2	247,0	—	—	—	—	—
MgO	т	601,7	601,7	601,7	610,5	610,5	609,6	740,5	737,7	735,1	732,9
Al <sub>2</sub> O	г	140,3	144,4	148,6	154,9	180,0	184,2	188,4	192,6	196,8	—
AlO	г	41,9	39,8	37,7	35,6	23,0	20,9	18,8	16,7	14,7	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*1</sup>	т	1676,0	1676,5	1675,6	1673,5	1693,2	1690,0	1686,0	1683,0	1680,0	—
SiO <sub>2</sub> <sup>*2</sup>	т	878,8	878,8	878,0	876,3	872,8	871,1	869,6	868,0	913,0	—
SiO <sub>2</sub> <sup>*3</sup>	т	877,2	877,2	875,3	873,6	871,5	870,0	868,4	866,7	911,7	910,7
SiO <sub>2</sub> <sup>*4</sup>	т	876,8	876,5	875,5	873,8	872,2	870,3	868,6	866,9	911,9	—



SiO <sub>2</sub> <sup>*5</sup>	T	847,9	847,9	846,4	844,5	842,4	840,3	837,6	880,7	877,6
PO	Г	39,8	41,9	56,5	56,5	58,6	58,6	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*6</sup>	Т, Г	3014,0	3019,1	2971,4	2960,5	2948,8	2939,1	—	—	—
K <sub>2</sub> O	Т, Ж	420,6	366,8	367,6	368,0	522,1	516,2	—	—	—
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т, Ж	494,0	498,2	468,9	460,5	609,2	598,7	—	—	—
K <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т, Ж	523,3	525,4	483,6	475,2	—	—	—	—	—
KO <sub>2</sub>	Т, Ж	283,0	283,4	257,5	250,8	—	—	—	—	—
KO <sub>3</sub>	Т, Ж	259,6	259,6	—	—	—	—	—	—	—
CaO	Т	635,5	635,2	634,3	633,9	642,3	641,4	—	—	—
CaO <sub>2</sub>	Т	655,2	653,1	—	—	—	—	—	—	—
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1720,8	1720,8	1722,9	1722,9	1722,9	1720,8	1718,7	1751,1	1748,0
TiO	Т	518,8	518,4	515,8	514,4	516,2	509,6	505,6	501,4	—
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1519	1518	1505	1499	1500	1494	1487	1480	—
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Т	2458	2454	2432	2429	2433	2426	—	—	—
TiO <sub>2</sub> <sup>*6</sup>	Т	944,6	943,7	940,2	938,7	941,2	939,4	937,2	935,2	—
VO	Т	410,0	409,0	405,5	403,0	400,0	397,6	395,0	—	—
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1239	1238	1228	1223	1218	1212	1207	1201	—
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Т	1432	1421	1410	1404	1397	1390	1387	1384	—
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т, Ж	1560	1557	1545	1473	1464	1457	—	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1142,0	1142,0	1134,0	1132,0	1131,0	1130,1	1130,5	1131,5	—
CrO <sub>2</sub>	Т	596,6	596,6	—	—	—	—	—	—	—
CrO <sub>3</sub>	Т, Ж	586,2	582,0	—	—	—	—	—	—	—
MnO	Т	385,4	385,2	384,2	384,4	386,2	389,0	406,3	407,8	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Т	1387	1387	1382	1381,9	1387	1390	1418	1419	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	959,7	958,4	955,0	956,9	954,2	961,0	—	—	—
MnO <sub>2</sub>	Т	521,0	520,9	518,6	517,3	—	—	—	—	—
FeO	Т, Ж	267,1	266,7	264,4	265,4	267,5	266,9	266,1	234,0	—
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Т	1121	1119	1098	1092	1097	1093	1091	1092	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	824,0	822,3	811,4	806,4	808,9	806,0	803,5	—	—
CoO	Т	240,0	239,0	235,5	235,0	235,3	236,0	236,0	249,8	—

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\text{Co}_3\text{O}_4$	T	866,7	867,1	865,8	864,2	859,8	—	—	—	—	—
NiO	T	239,9	239,3	237,2	236,1	235,1	234,1	233,0	232,2	248,7	—
$\text{Cu}_2\text{O}$	T, Ж	170,8	170,2	168,7	167,1	165,4	162,4	184,6	123,9	—	—
CuO	T	157,0	156,4	155,0	152,8	150,7	147,8	157,8	154,5	—	—
ZnO	T	348,5	348,3	347,2	354,0	353,2	467,5	464,0	461,0	—	—
$\text{As}_2\text{O}_3^{*7}$	T, Ж, Г	657,3	656,3	614,8	578,0	644,8	645,0	645,6	646,4	647,5	648,7
$\text{As}_2\text{O}_3^{*8}$	T, Ж, Г	640,2	638,9	614,6	578,2	644,8	645,2	645,6	646,4	647,3	649,0
$\text{As}_2\text{O}_4$	T, Ж, Г	734,8	734,8	730,6	722,2	772,5	749,4	722,2	—	—	—
$\text{As}_2\text{O}_6$	T, Ж, Г	914,8	914,8	916,9	914,8	973,4	965,1	952,5	940,0	923,2	904,3
SrO	T	590,4	590,0	588,7	587,8	587,4	592,0	—	—	—	—
$\text{SrO}_2$	T	631,4	629,3	627,2	623,0	618,8	—	—	—	—	—
$\text{Y}_2\text{O}_3$	T	1907	1907	1907	1905	1903	1901	1899	1895	1884	1922
$\text{ZrO}_2$	T	1095	1094	1093	1092	1090	1092	1089	1081	1080	—
$\text{NbO}_2$	T	797,0	796,0	794,0	792,6	790,0	789,0	788,0	785,9	784,0	782,0
$\text{Nb}_2\text{O}_6$	T, Ж	1905,0	1903,2	1898,0	1892,0	1887,0	1879,0	1872,4	1866,0	1755,0	1738,0
$\text{MoO}_3$	T	548,5	546,4	546,4	544,3	542,2	542,2	540,1	538,0	538,0	535,9
$\text{MoO}_3$	T, Ж, Г	755,0	753,8	750,3	745,9	740,4	682,2	675,5	—	—	—
$\text{Ag}_2\text{O}$	T, Ж	30,1	29,3	27,8	26,4	24,9	—	—	—	—	—
$\text{Ag}_2\text{O}_2$	T, Г	26,0	25,5	—	—	—	—	—	—	—	—
CdO	T	256,2	255,8	261,7	261,7	261,3	—	—	—	—	—
SnO	T	286,2	285,7	292,4	291,8	289,9	288,3	—	—	—	—
SnO <sub>2</sub>	T	581,2	580,7	586,6	584,1	581,2	577,4	572,8	—	—	—
$\text{Sb}_2\text{O}_3^{*7}$	T, Ж, Г	705,5	704,6	701,7	696,7	672,0	661,5	651,0	641,0	990,6	993,1
$\text{Sb}_2\text{O}_3^{*9}$	T, Ж, Г	711,3	710,5	707,6	702,5	672,0	661,5	651,0	641,0	990,6	993,1
$\text{Sb}_2\text{O}_4$	T	875,0	875,0	870,9	866,7	902,3	893,9	—	—	—	—

Sh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	958,8	958,8	952,5	—	563,6	—	559,0	—	556,9	—	554,8	—	699,2
BaO	Т	558,5	557,7	555,6	553,5	636,4	636,4	634,3	630,1	—	—	—	—	—
BaO <sub>2</sub>	Т, Ж	636,4	636,4	632,2	630,1	1784,0	1784,0	1801,0	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1794,0	1794,0	1791,0	1788,0	1815,0	1815,0	1834,0	1832,0	1830,0	1830,0	1830,0	—	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1821,0	1821,0	1819,0	1817,0	1087,0	1087,0	—	—	—	—	—	—	1093,0
CeO <sub>2</sub>	Т	1089,0	1088,0	1087,0	1087,0	1826	1826	1821	1844	1842	1842	1840	1838	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1830	1830	1828	1826	965,1	965,1	967,2	—	—	—	—	—	—
PrO <sub>2</sub>	Т	965,1	965,1	963,0	965,1	1804,6	1804,6	1829,3	—	—	—	—	—	—
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1809,4	1808,8	1806,7	1804,6	1781,0	1781,0	1779,0	1778,9	1777,0	1777,0	1836,0	1834,0	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	1817,0	1817,0	1815,0	1813,0	1105	1105	1102	1098	1094	1094	1090	1082,5	—
HF <sub>2</sub>	Т	1114	1113	1111	1108	2032	2032	2016	2008	1999	1999	—	—	—
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	2047	2045	2039	2032	571,9	571,9	571,5	570,7	—	—	639,5	603,5	—
WO <sub>2</sub>	Т	573,6	573,2	572,8	572,3	777,3	777,3	757,2	736,0	713,6	713,6	—	—	—
WO <sub>3</sub>	Т, Ж	840,9	828,4	815,2	797,2	556,8	556,8	—	—	—	—	—	—	—
ReO <sub>3</sub>	Т, Ж	615,5	613,4	579,9	569,4	1080,2	1080,2	—	—	—	—	—	—	—
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Т, Ж, Г	1243,5	1237,2	1157,7	1078,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Re <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Т, Ж, Г	1291,6	1283,3	1237,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т, Г	3349	1465	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hg <sub>2</sub> O	Т, Г	91,3	90,0	87,9	201,0	196,8	196,8	—	—	—	—	—	—	—
HgO	Т, Г	90,77	90,2	88,3	143,8	139,0	139,0	133,6	127,1	—	—	—	—	—
PbO*10	Т, Ж	218,0	217,5	216,0	218,8	215,4	215,4	199,7	195,7	191,5	191,5	—	—	—
PbO*11	Т	219,4	218,6	217,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Т	734,8	734,8	730,6	739,0	724,3	724,3	—	—	—	—	—	—	—
PbO <sub>2</sub>	Т, Ж	276,7	275,9	274,2	276,3	272,1	272,1	—	—	—	—	—	—	—
BiO	Т, Ж	208,7	207,2	215,6	215,6	213,5	213,5	211,4	209,3	207,2	207,2	—	—	—
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т, Ж	577,4	575,9	594,5	591,6	587,4	587,4	550,6	540,1	529,6	529,6	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	Т	1228,0	1227,2	1226,6	1225,5	1224,7	1224,7	1223,6	1223,2	1223,0	1223,0	1223,2	—	—
UO <sub>2</sub>	Т	1085	1084	1082	1079	1081	1081	1083	—	—	—	—	—	—
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Т	3574	3570	3562	3556	3560	3560	3567	3559	—	—	—	—	—
UO <sub>3</sub>	Т	1221	1210	1217	1215	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*1 Глинозем. \*2 Кварц. \*3 Кристобалит. \*4 Трапидит. \*5 Кварцевое стекло. \*6 Рутил. \*7 Ромбический. \*8 Моноклинный.  
 \*9 Кубический. \*10 Желтый. \*11 Красный.

### 3. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭНТАЛЬПИИ (ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЯ) $H_T - H_{298,15}$ , кДж/кмоль

[27; 53; 56; 95; 141; 163; 164; 189; 194; 632; 633]

Окисел	Со- стоя- ние	Температура, К									
		400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
$H_2O^{*1}$	Г	47 500	54 540	62 050	70 070	78 570	87 570	96 460	106 050		
$H_2O_2^{*2}$	Г	8 918	65 680	77 180	89 600	102 580	116 670	—	—		
$Li_2O^{*3}$	Т	30 580	44 460	59 950	76 690	94 550	113 240	—	—		
$H_T - H_{298,15}$	Т	$= 117,216 T + 13,339 \cdot 10^{-3} T^2 + 76,598 \cdot 10^6 / T - 15352$ для 980—1700 К									
$H_T - H_{298,15}$	Ж	$= 116,404 T - 33755$ для 1700—2015 К									
$BeO^{*4}$	Т	$H_T - H_{298,15}$	$= 39,627 T + 4,372 \cdot 10^{-3} T^2 - 14811$ для 1200—2820 К								
	Т	3051	10 790	19 730	29 350	39 450	—	—	—		
	Т	$H_T - H_{298,15}$	$= 57,062 T + 39,955 \cdot 10^{-5} T^2 - 34709$ для 2000—2828 К								
	Ж	$H_T - H_{298,15}$	$= 89,953 T - 39096$ для 2828—3200 К								
$B_2O_3^{*5}$	Т, Ж	6866	24 535	70 380	95 920	121 450	146 900	172 550	185 320		
$B_2O_3^{*6}$	Ж	$H_T - H_{298,15}$	$= 127,779 T - 49873$ для 1000—2200 К								
$CO^{*7}$	Г	2970	8 950	15 150	21 710	28 470	35 040	41 950	49 000		
$CO^{*8}$	Г	4010	12 900	22 850	33 460	44 590	56 020	66 360	78 250		
$N_2O^{*9}$	Г	4140	13 290	23 380	34 100	45 280	56 750	68 430	80 260		
$NO^{*10}, *11$	Г	3040	9 160	15 570	22 220	29 000	35 880	42 920	50 070		
$NO^{*12}$	Г	4020	12 790	22 480	32 780	43 440	54 320	65 420	76 620		
$N_2O_4$	Г	8620	40 780	50 160	73 520	—	—	—	—		

$\text{Na}_2\text{O}^{*13}$	T, Ж	7 330	23 030	39 150	56 520	(104 870)	(125 190)	(145 280)	(165 800)
$\text{Na}_2\text{O}_2$	T, Ж	(10 890)	(29 730)	(76 620)	—	—	—	—	—
$\text{NaO}_2$	T	(9 210)	(25 540)	(42 290)	(59 030)	—	—	—	—
$\text{MgO}^{*14}$	T	4 040	12 640	21 880	31 740	42 080	52 630	63 180	73 730
$^{*4}$	T	$H_T - H_{298,15} = 44,267 T + 3,473 \cdot 10^{-3} T^2 + 0,628 \cdot 10^6 / T - 16502$ для 1000—2500 K							
$\text{Al}_2\text{O}$	Г	(2340)	(12 060)	(20 980)	(32 970)	(43 880)	(54 930)	(66 070)	(77 330)
$\text{AlO}$	Г	(1930)	(8 370)	(15 490)	(23 240)	(30 350)	(37 680)	(45 000)	(52 340)
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*15, *18}$	T	9211	30 230	53 760	78 340	103 600	129 200	154 900	180 800
$^{*16}$	T	$H_T - H_{298,15} = 126,913 T + 3,516 \cdot 10^{-3} T^2 + 11,782 \cdot 10^6 / T - 63932$ для 1100—2322 K							
$^{*16}$	Ж	$H_T - H_{298,15} = 144,963 T + 37028$ для 2322—2500 K							
$^{*17}$	T	$H_T - H_{298,15} = 41,730 T + 2,6268 \cdot 10^{-2} T^2 + 19615$ для 2000—2323 K							
$^{*17}$	Ж	$H_T - H_{298,15} = 199,346 T - 12,389 \cdot 10^{-4} T^2 - 90502$ для 2323—3100 K							
$\text{SiO}_2^{*19}$	T	5 024	16 920	30 650	45 720	59 660	73 906	88 350	103 100
$^{*20}$	T	5 070	18 050	31 200	44 930	58 950	73 310	87 880	102 700
$^{*21}$	T	5 320	17 500	30 600	44 340	58 370	72 730	87 300	102 100
$^{*22}$	T	5 150	16 540	29 270	43 040	57 360	72 180	87 840	104 300
PO	Г	(2 510)	(10 260)	(15 280)	(22 820)	(29 300)	(35 800)	—	—
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	T, Г	23 240	82 480	218 970	280 720	342 270	403 820	—	—
$\text{K}_2\text{O}$	T, Ж	(7 540)	(22 610)	(37 470)	(52 340)	(71 180)	(88 970)	—	—
$\text{K}_2\text{O}_2$	T, Ж	(9 840)	(30 560)	(76 200)	(103 620)	(131 260)	(157 000)	—	—
$\text{K}_2\text{O}_3$	T, Ж	(13 610)	(39 400)	(98 810)	(129 580)	—	—	—	—
$\text{KO}_2$	T, Ж	(8 160)	(24 280)	(59 030)	(78 500)	—	—	—	—
$\text{KO}_3$	T, Ж	(10 050)	—	—	—	—	—	—	—
$\text{CaO}$	T	4 606	14 240	24 370	34 630	45 220	56 230	—	—
$\text{CaO}_2$	T	(7 850)	—	—	—	—	—	—	—
$\text{Sc}_2\text{O}_3^{*23}$	T	(9 630)	(29 520)	(50 240)	(71 600)	(93 370)	(115 560)	(139 000)	(195 100)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TiO	T	4 522	14 280	24 704	36 010	48 110	64 600	78 300	92 490
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	10 930	38 270	66 700	95 210	124 800	154 700	185 000	215 600
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub> <sup>*24</sup>	T	$H_T - H_{298,15} = 153,643 T + 27,283 \cdot 10^{-3} T^2 - 34102$ для 500—2040 К							
Ti <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>*25</sup>	T	$H_T - H_{298,15} = 160,550 T + 11,535 \cdot 10^{-3} T^2 + 7,890 \cdot 10^5 / T - 74434$ для 500—2080 К							
TiO <sub>2</sub> <sup>*26</sup>	T	19 510	67 910	107 000	146 700	190 600	233 700	—	—
<sup>*27</sup>	T	$H_T - H_{298,15} = 293,703 T + 7,194 \cdot 10^{-3} T^2 + 10,670 \cdot 10^5 / T - 123994$ для 500—1950 К							
VO	T	6 448	19 820	34 160	48 780	63 640	78 800	94 370	110 300
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	$H_T - H_{298,15} = 68,329 T + 4,500 \cdot 10^{-3} T^2 + 1,677 \cdot 10^6 / T - 27190$ для 500—2000 К							
<sup>*25</sup>	T	4 860	15 240	26 290	38 100	50 500	63 500	76 900	—
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	11 390	36 010	62 260	89 480	117 100	146 300	177 900	210 800
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	$H_T - H_{298,15} = 109,205 T + 10,539 \cdot 10^{-3} T^2 + 0,291 \cdot 10^3 / T - 34470$ для 500—2200 К							
<sup>*27</sup>	T, ж	22 060	50 240	80 520	112 300	145 200	178 400	211 900	246 400
<sup>*27</sup>	T	15 280	47 270	81 180	182 500	220 600	258 800	—	—
<sup>*27</sup>	ж	$H_T - H_{298,15} = 122,993 T + 30,924 \cdot 10^{-3} T^2 + 0,632 \cdot 10^6 / T - 41540$ для 500—952 К							
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	$H_T - H_{298,15} = 190,222 T - 12647$ для 952—1100 К							
CrO <sub>2</sub>	T	11 470	35 090	59 600	84 740	110 700	136 800	163 000	189 200
CrO <sub>3</sub>	T, ж	(5 440)	(17 580)	—	—	—	—	—	—
MnO	T	(11 300)	(51 500)	—	—	—	—	—	—
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	4 730	14 530	24 700	35 300	46 480	57 900	69 500	81 000
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	15 620	48 500	83 516	119 600	157 600	199 400	263 000	304 600
	T	21 860	46 000	72 000	99 400	128 300	—	—	—

MnO <sub>2</sub>	T	6 070	19 640	34 300	(49 600)	—	—	—	—
FeO	T, ж	5 070	15 490	26 290	37 350	48 860	60 800	73 150	117 800
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	5 480	54 680	101 600	148 000	188 200	228 400	268 600	308 800
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	11 510	37 720	67 540	100 600	129 200	157 600	186 500	—
CoO	T	5 400	16 160	27 100	38 200	49 490	61 300	73 700	86 900
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	13 690	44 630	78 800	118 280	—	—	—	—
NiO	T	4 878	16 500	27 220	37 980	48 990	60 500	72 440	84 830
Cu <sub>2</sub> O	T, ж	7 200	22 110	37 900	54 500	72 500	(92 200)	(169 200)	—
CuO	T	4 650	14 490	25 120	36 340	48 570	(61 300)	(78 720)	—
ZnO	T	4 480	14 020	24 030	34 400	45 200	56 300	67 700	—
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*28, *29</sup>	T	10 161	32 640	56 857	82 187	108 480	135 610	163 580	—
GeO <sub>2</sub> <sup>*31</sup>	T	5 765	18 635	32 644	47 478	63 011	75 111 <sup>*30</sup>	—	—
<sup>*31</sup>		$H_T - H_{298,15} = 62,26 T + 7,49 \cdot 10^{-3} T^2 + 12,98 \cdot 10^5 / T - 23580$ для 298,15—1316,0 K							
<sup>*32</sup>	T	5 727	18 862	33 122	48 023	63 388	67 282 <sup>*33</sup>	—	—
<sup>*32</sup>		$H_T - H_{298,15} = 70,13 T + 3,77 \cdot 10^{-3} T^2 + 19,72 \cdot 10^5 / T - 27859$ для 298,15—1251,8 K							
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*34, *35</sup>	T, ж, Г	(10 680)	(72 170)	(130 210)	(159 940)	(173 750)	(187 150)	(200 970)	(215 200)
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*36, *37</sup>	T, ж, Г	(10 890)	(55 270)	(112 620)	(142 770)	(156 170)	(169 980)	(183 800)	(197 620)
As <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T, ж, Г	(11 300)	(38 520)	(71 180)	(109 700)	(146 540)	(187 980)	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*38</sup>	T, ж, Г	(12 560)	(41 030)	(66 570)	(111 370)	(140 260)	(174 590)	(208 500)	(247 860)
SrO	T	4 786	14 930	25 560	36 490	47 650	—	—	—
SrO <sub>2</sub>	T	(7 950)	(21 980)	(39 150)	(58 620)	—	—	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*39, *40</sup>	T	(9 714)	(29 440)	(52 170)	(74 530)	(99 230)	(123 800)	(150 900)	(192 600)
ZrO <sub>2</sub>	T	6 180	19 640	34 000	49 110	64 560	80 180	101 360	116 260
NbO <sub>2</sub> <sup>*41</sup>	T	(6 280)	(19 680)	(33 500)	(43 130)	(61 550)	(76 200)	(90 800)	(105 900)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Nb_2O_5^{*42}$	T, ж	14 650	45 550	78 300	112 200	147 600	183 800	220 700	361 900
$MoO_2^{*43}$	T	(16 750)	(33 080)	(51 920)	(70 760)	(89 180)	(112 210)	(136 070)	(159 520)
$MoO_3^{*44}$	T, ж, r	8 250	26 250	45 890	69 290	(141 390)	(164 580)	—	—
$Ag_2O^{*45}$	T, ж	(7 540)	(22 610)	(38 520)	(54 850)	—	—	—	—
CdO	T	(4 606)	(13 610)	(22 820)	(32 660)	—	(59 250)*46	—	—
SnO	T	4 730	14 490	24 830	35 920	47 190	—	—	—
$SnO_2$	T	6 320	20 010	35 130	51 120	67 870	85 160	—	—
$Sb_2O_3^{*34}$	T, ж, r	(9 300)	(32 660)	(59 700)	(146 620)	(179 780)	(213 320)	(246 770)	—
$Sb_2O_3^{*47}$	T, ж, r	(9 300)	(32 660)	(59 700)	(152 480)	(185 650)	(219 180)	(252 630)	—
$Sb_2O_4$	T	(11 300)	(38 520)	(66 990)	(97 130)	(131 470)	—	—	—
$Sb_2O_5$	T	(12 770)	(45 220)	—	—	—	—	—	—
BaO	T	5 020	15 500	26 380	37 500	—	—	(66 570)*46	(96 900)
$BaO_2$	T, ж	(5 440)	(21 350)	(35 590)	(49 820)	—	—	(92 110)*46	—



4 <sup>o</sup>	L <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	τ	11 180	34 630	59 330	87 380	(113 300)	—	—	—
	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	τ	(10 050)	(33 910)	(60 290)	(89 180)	—	—	—	—
	CeO <sub>2</sub> <sup>*48</sup>	τ	6 780	20 390	34 420	48 900	—	—	86 800 <sup>*46</sup>	—
	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	τ	12 980	38 310	65 320	93 370	122 680	—	—	—
	$H_T - H_{298,15} = 52, 50 T + 4, 35 \cdot 10^{-3} T^2 - 16035$									
	EuO	τ	12 272	37 736	64 142	91 105	118 654	146 622	175 008	—
	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*49</sup>	τ	6 490	20 520	35 800	51 710	68 040	84 580	101 500	118 900
	HfO <sub>2</sub> <sup>*50</sup>	τ	14 360	45 850	80 093	115 700	152 400	190 000	228 700	—
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	τ	(6 030)	(17 750)	(30 020)	(42 710)	(55 310)	(68 870)	(75 780) <sup>*46</sup>	—
	WO <sub>3</sub>	τ	(12 560)	(25 750)	(43 750)	(63 640)	(83 740)	(104 880)	(127 280)	(201 390) <sup>*</sup>
	ReO <sub>3</sub>	τ, ж	(9 210)	(57 360)	(83 320)	(111 790)	—	—	—	—
	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	τ, ж, γ	(22 190)	(133 980)	(247 860)	(280 930)	(315 270)	(351 270)	(371 790) <sup>*46</sup>	—
	Re <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	τ, ж, γ	(25 540)	(107 180)	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\text{Au}_2\text{O}_3$	T	(11 720)	—	—	—	—	—	—	—
$\text{Hg}_2\text{O}$	T, r	(8 370)	(24 700)	(40 820)	(56 730)	—	—	—	—
$\text{HgO}$	T, r	(4 810)	(15 320)	(26 170)	(38 520)	(51 500)	(65 650)	(73 230)*48	—
$\text{PbO}^{*52}$	T, ж	4 810	15 070	26 420	38 770	(63 640)	(77 250)	(90 640)	—
$\text{PbO}^{*53}$	T	5 110	15 660	—	—	—	—	—	—
$\text{Pb}_3\text{O}_4$	T	(14 190)	(48 020)	(85 290)	(130 540)	—	—	—	—
$\text{PbO}_2$	T, ж	(7 690)	(20 200)	(35 550)	(52 170)	—	—	—	—
$\text{BiO}$	T, ж	(5 866)	(17 170)	(26 800)	(38 520)	(50 240)	(62 800)	(72 850)	—
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	T, ж	11 600	35 800	61 210	(87 920)	—	—	—	—
$\text{ThO}_2$	T	6 699	20 470	35 130	50 450	66 410	82 740	99 400	116 270
$\text{UO}_2$	T	7 030	22 400	38 700	55 600	72 940	90 520	—	—

$U_3O_8$	T	(24 540)	(76 750)	(132 900)	(190 100)	(248 000)	(307 500)	—	—
	T	$H_T - H_{273,15} = 331,797547 - 338,33828 \cdot 10^{-4} T^2 + 65,31316 \cdot 10^5 / T - 111,98007 \cdot 10^3$ для 273—480 K							
	T	$H_T - H_{273,15} = 238,37956 T + 217,56463 \cdot 10^{-4} T^2 - 397,93679 \cdot 10^4 / T - 57,78772 \cdot 10^3$ для 480—1000 K							
	T	$H_T - H_{273,15} = 325,63055 T - 250,92581 \cdot 10^{-4} T^2 + 64,51214 \cdot 10^5 / T - 110,66780 \cdot 10^3$ для 273—1000 K							
$UO_3$	T	8750	27 300	46 700	—	—	—	—	—

<sup>\*1</sup> При 2000K 116860, при 2500K 143180. <sup>\*2</sup> При 2000K (163890), при 2500K (209340). <sup>\*3</sup> В капсуле Pt—Rh. <sup>\*4</sup> В капсуле из Mo. <sup>\*5</sup> При 1700K. <sup>\*6</sup> В капсуле из Pt, Mo. <sup>\*7</sup> При 2000K 56810. <sup>\*8</sup> При 2000K 91770. <sup>\*9</sup> При 2000K 92240. <sup>\*10</sup> При 2000K 57960. <sup>\*11</sup> Для  $N_2O_3$  при 400K (7540), при 500K (15070). <sup>\*12</sup> При 2000K 87880. <sup>\*13</sup> При 2000K 186940. <sup>\*14</sup> При 2000K (84280). <sup>\*15</sup> Глинозем. <sup>\*16</sup>  $Al_2O_3$  99,98% в капсуле из Mo. <sup>\*17</sup> Монокристалл саффира 99,98% чистоты. <sup>\*18</sup> [19]:  $H_T - H_0$  для синтетического саффира при 17K 0,218; при 25K 1,063; при 50K 17,34; при 75K 98,82; при 100K 325,4; при 150K 1431; при 200K 3524; при 298K 10031;  $H_T - H_{273,15}$  для раслава синтетического корунда (образец 99,8—99,9%  $Al_2O_3$ , в ампулах из Mo, в атмосфере чистого аргона при давлении  $10^5$  Па) при 2350K 15180, при 2400K 15590, при 2500K 16410, при 2600K 17240, при 2700K 18050, при 2800K 18870. <sup>\*19</sup> Кварц. <sup>\*20</sup> Кристаллит, при 2000K 117700. <sup>\*21</sup> Тридимит. <sup>\*22</sup> Кварцевое стекло, при 2000K 121500. <sup>\*23</sup> при 2000K (220640). <sup>\*24</sup> Измерения в аргоне при давлении 1333—2666 Па, погрешность  $\pm 1\%$ . <sup>\*25</sup> В аргоне при 1333—2666 Па. <sup>\*26</sup> Рутил. <sup>\*27</sup> В аргоне, ампулы Pt—Rh, W. <sup>\*28</sup> [19]  $H_T - H_0$  для моно- кристалла  $\beta$ - $Ga_2O_3$  чистоты 98,67%; при 16K 1,386; при 25K 8,269; при 50K 129,1; при 75K 513,8; при 100K 1189,4; при 150K 3357; при 200K 6452; при 250K 10250; при 298K 14520. <sup>\*29</sup>  $\beta$ - $Ga_2O_3$ , сплавленные значения. <sup>\*30</sup> При 1350K. <sup>\*31</sup> Гексагональный. <sup>\*32</sup> Тетрагональный. <sup>\*33</sup> При 1250K. <sup>\*34</sup> Ромбический. <sup>\*35</sup> При 2000K (228180). <sup>\*36</sup> Моноклинный. <sup>\*37</sup> При 2000K (211850). <sup>\*38</sup> При 2000K 290560. <sup>\*39</sup> При 2000K (218000). <sup>\*40</sup> [19]  $H_T - H_0$  при 16K 5,62; при 20K 11,71; при 40K 86,1; при 60K 321,4; при 80K 760,4; при 100K 1418; при 120K 2291; при 140K 3365; при 160K 4622; при 180K 6043; при 200K 7604; при 220K 9281; при 240K 11056; при 260K 12990; при 280K 12870; при 298,16K 16700. <sup>\*41</sup> При 2000K (122300). <sup>\*42</sup> При 2000K (411300). <sup>\*43</sup> При 2000K (185890). <sup>\*44</sup> При 2000K (380160). <sup>\*45</sup>  $Ag_2O_2$  (т. г) при 400K (8580). <sup>\*46</sup> При 1500K. <sup>\*47</sup> Кубический. <sup>\*48</sup> При 2000K 127300. <sup>\*49</sup> Сглаженные значения. <sup>\*50</sup> При 200K (136500). <sup>\*51</sup> При 2000K (237390). <sup>\*52</sup> Жел- тый. <sup>\*53</sup> Красный.

4. СТАНДАРТНАЯ СВОБОДНАЯ ЭНЕРГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОКИСЛОВ ( $-\Delta F_{298,15}^0 \cdot 10^{-3}$ , кДж/кмоль)  
 Температурная зависимость свободной энергии образования окислов ( $-\Delta F_T \cdot 10^{-3}$  кДж/кмоль) [1, 19, 36, 75]

Оксид	Состояние	Температура, К									
		298,15	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H <sub>2</sub> O	ж, г	237,48	223,37	213,11	202,22	191,76	179,6	167,5	156,38	144,0	132,5
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	г	228,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D <sub>2</sub> O	ж, г	117,65	94,6	73,7	51,5	28,9	6,7	-15,1	—	—	-82,1
N <sub>2</sub> O	ж	243,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O	г	234,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O	ж	242,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O	г	233,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	г	560,82	523,77	496,97	469,13	441,71	414,7	388,95	—	—	—
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т	571,5±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BeO*1	т	569,9	559,8	539,3	520,6	501,4	482,6	(465,4)	—	—	(406,1)
BO	г	48,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *2	т, ж	1199,1	1171,9	1117,9	1067,2	1023,7	979,7	(940,4)	(897,2)	—	—
CO	г	137,33	146,54	164,75	182,96	200,76	218,34	235,5	253,7	270,68	287,84
CO <sub>2</sub>	г	394,61	394,82	395,44	395,65	396,07	396,28	396,70	396,9	397,33	397,75
N <sub>2</sub> O	г	-103,41	-109,28	-125,81	-140,47	-155,12	-169,36	-183,8	-197,62	-211,22	-228,2
NO	г	-86,67	-85,41	-82,9	-80,39	-78,08	-75,57	-73,27	-70,76	-68,04	-61,71
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г	-140,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NO <sub>2</sub>	г	-51,92	-58,20	-70,13	-82,69	-95,67	-108,44	-120,16	-132,9	-144,86	-157,84
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	г	-98,39	-128,74	-184,22	-247,23	-305,64	—	—	—	—	—
O <sub>2</sub>	г	0,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O <sub>3</sub>	г	-163,536	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F <sub>2</sub> O	г	-40,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	т, ж	376,6	362,58	333,27	303,12	275,07	(243,67)	(188,82)	(134,81)	(82,06)	(30,14)

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1160,0	1123,0	1081,0	1031,0	981,8	936,6	888,9	844,9	800,7	—
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	1323,0	1287,0	1220,0	1157,0	1094,0	1028,0	971,8	914,4	853,5	—
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	1429,0	1384,0	1300,0	1215,0	1136,0	1069,0	1004,0	—	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1060,0	1035,0	980,0	928,3	877,0	826,0	775,0	723,5	674,0	—
CrO <sub>2</sub>	T	(544,3)	(525,4)	(491,9)	—	—	—	—	—	—	—
CrO <sub>3</sub>	T	(506,6)	(479,4)	(433,3)	—	—	—	—	—	—	—
MnO	T	363,0	355,7	341,4	326,6	312,0	297,3	282,4	266,0	249,0	—
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	1290,0	1245,0	1176,0	1105,0	1036,0	965,0	894,0	822,0	750,0	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	882,0	829,0	778,2	728,1	676,0	626,0	(574,9)	—	—	—
MnO <sub>2</sub>	T	466,0	447,6	411,0	375,4	(339,8)	—	—	—	—	—
FeO	T, Ж	245,6	238,6	224,2	211,4	198,2	184,0	170,6	156,6	145,5	—
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	1018,0	983,5	917,4	855,0	795,1	734,8	674,5	614,6	556,9	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	742,8	715,1	662,8	612,1	563,2	514,2	465,2	416,2	—	—
CoO	T	216,5	208,7	194,3	180,2	166,4	152,6	138,8	124,6	111,0	—
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	763,25	727,7	658,2	589,3	521,9	—	—	345,4*10	—	—
NiO*11	T	211,9	202,2	184,2	166,6	149,5	132,3	115,4	98,39	81,86	—
Cu <sub>2</sub> O	T, Ж	148,4	140,9	126,6	112,8	99,4	86,5	(73,3)	(57,4)	—	—
CuO	T	129,2	119,75	101,7	84,4	67,2	50,9	(35,6)	(18,0)	—	—
ZnO	T	318,5	312,5	288,7	268,0	247,0	(223,6)	(200,5)	(176,7)	—	—
GeO	T	118,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *12	T, Ж, Г	576,5	(549,1)	(500,3)	(466,8)	(430,0)	(387,1)	(344,2)	(301,0)	(257,7)	(214,4)
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *13	T, Ж, Г	569,4	(545,5)	(500,3)	(466,8)	(430,0)	(387,3)	(344,2)	(301,0)	(257,9)	(214,4)
As <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T, Ж, Г	623,8	(586,2)	(510,8)	(439,6)	(360,1)	(280,5)	(205,2)	—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T, Ж, Г	772,5	(724,3)	(628,0)	(531,7)	(429,1)	(320,3)	(213,5)	(108,9)	(6,3)	(-94,2)
Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T	362,16± ±48,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RbO <sub>2</sub>	T	262,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SrO	T	560,4	(550,4)	(530,7)	(511,9)	(491,6)	(471,5)	—	—	—	—
SrO <sub>2</sub>	T	579,0	(562,3)	(528,8)	(497,4)	(466,0)	—	—	—	—	—

Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1815, 0	(1782, 0)	(1723, 0)	(1660, 0)	(1600, 0)	(1541, 0)	(1480, 0)	(1419, 0)	(1361, 0)	τ(1296, 0)
ZrO <sub>2</sub>	T	1037, 0	1018, 0	—	941, 6	904, 4	849, 1	830, 5	(794, 3)	(757, 6)	—
NbO	T	368, 44	—	—	—	318, 2	—	—	276, 33*10	—	238, 65
NbO <sub>2</sub>	T	(742, 0)	(723, 5)	(687, 5)	(652, 0)	(617, 0)	(582, 0)	(548, 0)	(514, 2)	(480, 0)	(446, 8)
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T, ж	1771, 0	1726, 0	1638, 0	1553, 0	1469, 0	1385, 0	1302, 6	1221, 0	1144, 0	(1072, 7)
MoO <sub>2</sub>	T	502, 42	—	—	—	389, 37	—	—	318, 2*10	—	251, 2
MoO <sub>3</sub>	T	(495, 3)	(481, 5)	(452, 2)	(422, 9)	(393, 6)	(366, 3)	(337, 0)	(307, 7)	(280, 5)	(251, 2)
RuO <sub>2</sub>	T	678, 39	651, 05	602, 5	553, 7	506, 2	(458, 5)	(422, 9)	—	—	(376, 8)
Ag <sub>2</sub> O	T	170, 82	—	—	—	50, 24	—	—	—22, 61*10	—	—83, 74
Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T, ж	10, 5	(3, 8)	(-8, 58)	(-20, 5)	(-32, 2)	—	—	—	—	—
CdO	T, г	(-27, 6)	(-45, 6)	(185, 9)	(164, 1)	(136, 9)	—	—	(36, 43)*10	—	—
SnO	T	226, 5	(216, 5)	226, 9	205, 6	183, 8	162, 4	—	—	—	—
SnO <sub>2</sub>	T	257, 1	247, 0	457, 6	415, 4	373, 5	332, 0	291, 0	—	—	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *12	T	520, 4	499, 5	543, 0	491, 1	(440, 5)	(395, 2)	(351, 7)	(309, 8)	(251, 2)	(168, 7)
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *14	T, ж, г	624, 3	(596, 6)	(543, 0)	(491, 1)	(440, 5)	(395, 2)	(351, 7)	(309, 8)	(251, 2)	(168, 7)
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T, ж, г	628, 0	(599, 5)	(544, 7)	(491, 5)	(440, 5)	(395, 2)	—	—	—	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	(764, 1)	(726, 4)	(653, 1)	(579, 9)	(504, 5)	(427, 1)	—	—	—	—
TeO <sub>2</sub>	T	(818, 5)	(768, 3)	(676, 2)	—	—	—	—	—	—	—
TeO <sub>3</sub>	T, ж, г	269, 6	—	—	—	132, 3	—	—	39, 36*10	—	-30, 56
Cs <sub>2</sub> O	T, ж, г	276, 33	—	—	—	146, 96	—	—	15, 07*10	—	-65, 7
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T	332, 9±	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CsO <sub>3</sub>	T	±71, 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BaO	T	267, 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BaO <sub>2</sub>	T	528, 8	519, 2	499, 9	481, 5	465, 2	(444, 0)	(425, 0)	(404, 0)	(387, 0)	(360, 0)
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T, ж	584, 1	(567, 3)	(531, 7)	(500, 3)	(466, 8)	(433, 3)	(399, 8)	—	—	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1703, 2	—	—	—	1548, 7	—	—	1406, 8*10	—	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1686, 0	1646, 0	1577, 0	1507, 0	(1434, 0)	1389, 0	—	—	—	—
CeO <sub>2</sub>	T	(1723, 0)	(1689, 0)	(1622, 0)	(1558, 0)	(1493, 0)	(1426, 0)	(1359, 0)	(1290, 0)	(1223, 0)	(674, 1)
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1030, 0	1010, 0	970, 8	931, 4	(892, 7)	—	—	(793, 4)*10	—	1184, 45
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	1766, 0	—	—	—	1507, 25	—	—	1340, 2*10	—	(1300, 0)
PrO <sub>2</sub>	T	(1761, 1)	(1733, 0)	(1679, 0)	(1627, 0)	(1574, 0)	(1522, 0)	(1465, 0)	(1411, 0)	(1356, 0)	—
PrO <sub>2</sub>	T	910, 6	(890, 8)	(854, 1)	(818, 5)	(782, 9)	(745, 3)	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	T	(1727,0)	(1695,7)	(1640,0)	(1585,2)	(1529,1)	(1474,9)	—	—	—	—
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	T	(1719,0)	(1692,0)	(1637,0)	(1585,0)	(1532,0)	(1480,0)	(1428,0)	(1377,5)	(1321,0)	(1266,0)
$\text{HfO}_2$	T	1054,0	1034,0	994,6	957,4	919,9	884,3	847,9	813,7	779,0	(743,6)
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	T	1911,0	1865,9	1777,0	1692,0	1607,0	1523,0	1443,0	1364,0	—	—
$\text{WO}_2$	T	(521,7)	(504,1)	(469,3)	(435,0)	(401,1)	(366,8)	(332,9)	(449,7)	(406,3)	(368,6)
$\text{WO}_3$	T, Ж	763,9	(737,9)	(687,5)	(638,3)	(589,9)	(542,4)	(495,5)	—	—	—
$\text{ReO}_3$	T, Ж	(535,9)	(508,7)	(468,9)	(433,3)	(399,8)	—	—	—	—	—
$\text{Re}_2\text{O}_7$	T, Ж, Г	(1055,1)	(992,3)	(877,1)	(803,9)	(736,9)	(667,8)	(598,7)	—	—	—
$\text{Re}_2\text{O}_8$	T, Ж, Г	(1076,0)	(1002,7)	(875,0)	—	—	—	—	—	—	—
$\text{Au}_2\text{O}_3$	T, Г	(—77,7)	(—105,1)	—	—	—	—	—	—	—	—
$\text{Hg}_2\text{O}$	T, Г	(54,4)	(41,9)	(16,7)	(—37,7)	(—96,3)	—	—	—	—	—
$\text{HgO}$	T, Г	58,6	(47,5)	(26,6)	(—9,42)	(—47,1)	(—83,95)	(—119,7)	—	—	—
$\text{Ti}_2\text{O}$	T	136,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\text{PbO}^{*15}$	T, Ж	188,2	179,0	167,1	137,7	118,3	(102,2)	(86,0)	(70,55)	—	—
$\text{PbO}^{*16}$	T	188,95	178,8	159,5	—	—	—	—	—	—	—
$\text{Pb}_3\text{O}_4$	T	617,6	(577,8)	(500,3)	(420,8)	(341,2)	—	—	—	—	—
$\text{PbO}_2$	T, Ж	(219,0)	(187,1)	(161,6)	(123,1)	(85,0)	—	—	—	—	—
$\text{BiO}$	T, Ж	(182,1)	(171,7)	(152,8)	(131,9)	(110,95)	(92,1)	(71,2)	(52,3)	—	—
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	T, Ж	497,0	469,55	414,9	355,25	(296,6)	(242,8)	(192,6)	(144,4)	—	—
$\text{ThO}$	T	(577,8)	—	(561,0)* <sup>17</sup>	—	(515,0)	—	—	(473,1)* <sup>10</sup>	—	—
$\text{ThO}_2$	T	1170,0	1150,0	1112,0	1074,0	1036,0	998,2	960,7	(923,4)	(886,4)	(427,05)
$\text{UO}_2$	T	1032,0	1014,0	980,2	946,7	913,2	879,3	—	(823,6)* <sup>10</sup>	—	—
$\text{U}_3\text{O}_8$	T	3366,0	(3296,0)	(3160,0)	(3028,0)	(2895,0)	(2761,0)	(2627,0)	—	—	—
$\text{UO}_3$	T	1144,0	1117,0	1067,0	1017,0	—	—	—	—	—	—
$\text{PuO}_2$	T	978,04	—	—	—	837,36	—	—	795,49* <sup>10</sup>	—	711,76

\*<sup>1</sup> Для  $\text{BeO}$  (г) стандартная свободная энергия  $[\text{ССЭ}] = -23,86$  [1, с. 89]. \*<sup>2</sup> Для  $\text{B}_2\text{O}_3$  ст  $\text{ССЭ} = -1173,98$  [1, с. 89]. \*<sup>3</sup> Глинозем.  
 \*<sup>4</sup> Кварц. \*<sup>5</sup> Кристобалит. \*<sup>6</sup> Тридимит. \*<sup>7</sup> Кварцевое стекло. \*<sup>8</sup>  $\text{ССЭ}$  для  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_8$  соответственно равны 4294,8;  
 5212,6; 6142,5; 7389,3; 8915,4 [174, с. 118]. \*<sup>9</sup> Рутил. \*<sup>10</sup> При 1500 К. \*<sup>11</sup> Для  $\text{NiO}$  (г)  $\text{ССЭ} = -216,88$  [1, с. 91]. \*<sup>12</sup> Ромбический. \*<sup>13</sup> Моно-  
 клинный. \*<sup>14</sup> Кубический. \*<sup>15</sup> Желтый. \*<sup>16</sup> Красный. \*<sup>17</sup> При 500 К.



# 5. ФУНКЦИЯ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ

Оксид	Метод определения	Функция свободной энергии, кДж/(кмоль·К), в зависимости от температуры, К					
		298,15	1000	1500	2000	2500	3000
1	2	3	4	5	6	7	8

А. Функция  $\left(-\frac{F^\circ - H_{298}^0}{T}\right)$  для газообразных окислов [1]

SiO <sub>2</sub>	р	228,2	253,7	270,5	283,9	294,8	304,4
	р	—	—	278,4 (при 1800 К)	280,9 (при 1900 К)	—	—
	э	—	—	273,4 (при 1800 К)	275,1 (при 1900 К)	—	—
TiO <sub>2</sub>	р	237,0	263,8	280,9	294,8	306,1	315,7
	р	—	—	—	291,4 (при 1800 К)	—	—
	э	—	—	—	284,3 (при 1880 К)	—	—
VO <sub>2</sub>	р	251,2	279,7	297,7	312,3	324,1	333,7
CrO <sub>2</sub>	р	256,7	287,2	306,1	320,7	332,9	342,9
MnO <sub>2</sub>	о	260,4	291,4	310,7	326,2	338,3	349,2
ZrO <sub>2</sub>	р	245,3	272,1	289,7	303,5	315,3	324,9
	р	—	—	—	—	312,8 (при 2400 К)	—
	э	—	—	—	—	314,0 (при 2400 К)	—
NbO <sub>2</sub>	р	256,7	284,3	302,7	317,8	329,5	340,0
MoO <sub>2</sub>	р	261,3	290,1	309,4	324,9	337,5	347,9
	р	—	—	312,3 (при 1600 К)	—	—	—
	э	—	—	322,0 (при 1600 К)	—	—	—
TcO <sub>2</sub>	о	262,9	291,8	311,1	326,6	338,7	349,6
RuO <sub>2</sub>	о	261,3	290,1	309,4	324,9	337,0	347,9
RhO <sub>2</sub>	э	262,9	291,8	311,1	326,6	338,7	349,6
PdO <sub>2</sub>	о	261,7	290,6	309,8	334,3	337,5	348,3
HfO <sub>2</sub>	р	253,3	280,5	298,1	311,9	323,6	333,3
TaO <sub>2</sub>	р	265,4	293,1	311,1	334,3	337,5	347,5
WO <sub>2</sub>	р	269,6	297,7	315,7	329,9	342,5	352,5
ReO <sub>2</sub>	о	269,2	297,3	315,3	329,5	342,1	352,1

1	2	3	4	5	6	7	8
OsO <sub>2</sub>	о	264,2	291,8	309,8	324,1	336,2	346,2
IrO <sub>2</sub>	о	260,4	288,1	306,1	320,3	322,4	342,5
PtO <sub>2</sub>	э	258,7	286,4	304,4	318,6	330,8	340,8
ThO <sub>2</sub>	э	265,4	294,8	313,6	328,7	341,6	352,5
PaO <sub>2</sub>	о	268,8	298,5	317,8	333,3	346,2	357,1
UO <sub>2</sub>	р	273,0	303,5	323,2	339,1	352,5	363,8
	р	—	—	—	332,9 (при 1800 K)	—	—
	э	—	—	—	319,5 (при 1800 K)	—	—

$$\text{Б. Функция} \left( -\frac{F^\circ - H_0^0}{T} \right)$$

BeO <sup>*2,*4</sup>	—	4,48	8,0 (при 400 K)	15,6 (при 600 K)	22,9 (при 800 K)	29,6 (при 1000 K)	35,6 (при 1200 K)
	—	41,5 <sup>*3</sup> (при 1400 K)	44,2 <sup>*3</sup> (при 1500 K)	—	—	—	—
MgO <sup>*5</sup>	—	9,622	15,58 (при 400 K)	26,51 (при 600 K)	35,98 (при 800 K)	44,16 (при 1000 K)	51,34 (при 1200 K)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*6</sup>	—	0,004 (при 17 K)	0,013 (при 25 K)	0,110 (при 50 K)	0,404 (при 75 K)	1,025 (при 100 K)	3,440 (при 150 K)
	—	7,267 (при 200 K)	12,10 (при 250 K)	17,28 (при 298 K)	—	—	—
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*7</sup>	—	0,0293 (при 16 K)	0,1089 (при 25 K)	0,875 (при 50 K)	2,692 (при 75 K)	5,343 (при 100 K)	12,15 (при 150 K)
	—	19,97 (при 200 K)	28,13 (при 250 K)	36,00 (при 298 K)	—	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*8</sup>	—	0,118 (при 16 K)	1,65 (при 50 K)	7,17 (при 100 K)	24,47 (при 200 K)	43,2 (при 298 K)	78,51 (при 500 K)
	—	143,00 (при 1000 K)	221,4 (при 2000 K)	249,2 (при 2500 K)	—	—	—

<sup>\*1</sup> Метод определения: р — расчет, о — оценка, э — эксперимент. <sup>\*2</sup> Твердый. <sup>\*3</sup> Получено экстраполяцией. <sup>\*4</sup> [19, с. 44]. <sup>\*5</sup> [19, с. 122]. <sup>\*6</sup> [19, с. 21]. <sup>\*7</sup> [19, с. 69]. Монокристалл β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 98,67% чистоты. <sup>\*8</sup> [19, с. 86].

6. ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ И КИПЕНИЯ [1; 9, Вып. I—V; 19; 39; 42; 43; 52; 62; 67; 75; 81, тт. 1—5; 103; 113; 125; 171]

Оксид	Температура плавления, °C	Температура кипения, °C
1	2	3
H <sub>2</sub> O	0,00 0,01* <sup>1</sup> —	100,0 25,00* <sup>2</sup> 0,00* <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—0,42±0,03 —	152,0±0,5 25,0* <sup>4</sup>
D <sub>2</sub> O	3,813±0,005* <sup>1</sup>	101,43
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,5	25,0* <sup>5</sup>
T <sub>2</sub> O	4,49±0,02	101,6
HDO	—	100,85
	—	25,0* <sup>6</sup>
HTO	—	100,8
Li <sub>2</sub> O	1727	2600
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	197* <sup>7</sup>	—
BeO	2520—2570	3900—4260
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	450—470* <sup>8</sup> ~294* <sup>9</sup>	2124 1250* <sup>10</sup>
C <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	—108—107	7
CO	—205,02	—191,50
CO <sub>2</sub>	—56,6* <sup>11</sup>	—78,515* <sup>12</sup>
N <sub>2</sub> O	—91,0±0,5	—88,5±0,5
NO	—163,65	—151,65
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—101 —	+3,5* <sup>7</sup> —40* <sup>13</sup>
NO <sub>2</sub> и N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	—11,2	21* <sup>14</sup>
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	33±1* <sup>15</sup> 41* <sup>16</sup>	47* <sup>7</sup> —
O <sub>2</sub>	—218,79	—182,97
O <sub>3</sub>	—192,5±0,4	—111,9±0,3
F <sub>2</sub> O	—223,85	—145,05±0,5
F <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—163,4	—
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—189	—
Na <sub>2</sub> O	920	1350
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	>596* <sup>7</sup>	(675)* <sup>17</sup>
NaO <sub>2</sub>	552* <sup>7</sup>	—
MgO	2800	3600
MgO <sub>2</sub>	88* <sup>7</sup>	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2046,5* <sup>18</sup> 2053±4 2277* <sup>19</sup>	2980* <sup>18</sup> — —
SiO	1720* <sup>20</sup>	2950* <sup>20</sup>
SiO <sub>2</sub>	1610* <sup>21</sup> 1680* <sup>22</sup>	— —
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	23,9±0,1	175,4
PO <sub>2</sub>	77* <sup>7</sup>	—
P <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	100* <sup>15</sup>	180
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	420±3* <sup>23</sup>	—

1	2	3
$(P_2O_5)_n$	$562 \pm 2^{*24}$	588
$SO_2$	$580 \pm 2^{*25}$	588
$SO_3$	$-75,46 \pm 0,01$	$-10,01 \pm 0,03$
	—	44,5
	$16,79 \pm 0,02^{*26}$	$62,2^{*15}$
	$32,5^{*27}$	$44,7 \pm 0,3$
	$62,2^{*28}$	—
$S_2O_7$	0	—
$SO_4$	$3^{*29}$	—
$Cl_2O$	$-116 \pm 1^{*30}$	$2,2^{*30}$
$ClO_2$	$-59,8^{*30}$	$11,1^{*30}$
	—59	$9,7 \pm 0,3$
$Cl_2O_6$	$3,50 \pm 0,05^{*30}$	$203^{*30}$
$Cl_2O_7$	$-90 \pm 2^{*30}$	$78,8^{*30}$
$K_2O$	$707^{*7}$	—
$K_2O_2$	490	1527
$K_2O_3$	430	700
$KO_2$	380	$543^{*7}$
$KO_3$	$60 \pm 2^{*7}$	—
$CaO$	$\sim 2587$	(3500)
	$\sim 2910$	—
$CaO_2$	$375-425^{*7}$	—
$Sc_2O_3$	2405	—
$Ti_2O$	$1940 \pm 30$	—
$TiO^{*31}$	1750—2020	—
$Ti_2O_3^{*31}$	1900—2130	3027
	$1830 \pm 10$	—
$Ti_3O_5^{*31}$	2177	3327
$*32$	$1774 \pm 20$	—
$TiO_2$	$1870 \pm 15^{*33}$	$2927^{*7}$
$TiO_3$	670	—
$VO$	$1830 \pm 20$	3127
$V_2O_3$	$1970 \pm 20$	$3027^{*7}$
$V_3O_5$	$1827^{*7}$	—
$VO_2$	1545	$3027^{*7}$
$V_2O_4^{*31}$	$1542 \pm 20$	—
$V_6O_{13}$	$662 \pm 10$	—
$V_{12}O_{26}^{*34}$	$708 \pm 5$	—
$V_2O_5$	670—685	$2052^{*7}$
$Cr_2O_3$	$2334 \pm 25$	$\sim 3000$
	$2257-2427^{*15}$	—
$CrO_2$	$427^{*7}$	—
$CrO_3$	$180-202^{*35}$	$727^{*7}$
$MnO$	1785	$3127^{*36}$
	$1842 \pm 10$	—
$Mn_3O_4^{*31}$	$1560 \pm 10$	2627

1	2	3
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1347*7	—
MnO <sub>2</sub>	847*7	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	6±1*37	—
Fe <sub>0,947</sub> O	1374±5*38	—
FeO	—	2512
FeO <sub>1,05</sub>	1371±5*38	—
FeO <sub>1,056</sub>	1374±5*38	—
FeO <sub>1,10</sub>	1388±5*38	—
FeO <sub>1,15</sub>	1406±5*38	—
FeO <sub>1,20</sub>	1424±5*38	—
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1583±2*33	2623*7
	1594±2*39	—
	1597±2*40	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1350*41	—
	1562*7	—
CoO	1810±10*42	2627
	1830±5*43	—
	1817±5*44	—
	1769±5*45	—
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	967*7	—
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	895*7	—
NiO	1957±20	—*7
	1552*46	—
Cu <sub>2</sub> O	1242±5	1800*7
CuO	1336	—*7
Cu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100*7	—
ZnO	1975	—
	1800*47	—
Ca <sub>2</sub> O	652	727
Ca <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1725±15	—
GeO	710*15	—
GeO <sub>2</sub>	1116±4*48	2352*49
	1086±5*50	—
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	278±3*51	457
	314±2*52	465
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	313 <sup>15</sup>	461±2
AsO <sub>2</sub>	927*7	—
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	827*7	—
SeO	1102	1802
SeO <sub>2</sub>	340—390*15	—
Se <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	224±1*29	—
SeO <sub>3</sub>	121±2*7	—
Br <sub>2</sub> O	—17*7	—
Rb <sub>2</sub> O	627	—*7
Rb <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	570	—*7

1	2	3
Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	489	—*7
RbO <sub>2</sub>	412	567*7
SrO	2430	3000
SrO <sub>2</sub>	410—450*7	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2410—2435	4300
Zr <sub>3</sub> O	1975±30	—
ZrO <sub>2</sub>	2900	4300
	2700±25	—
Nb <sub>4</sub> O	350*7	—
NbO	1940±15	—*7
	2377	—
Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1772	—
NbO <sub>2</sub>	2080±20	3527
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1490±20	2927
MoO <sub>2</sub>	1927	1977*7
Mo <sub>4</sub> O <sub>11</sub>	824±10*53	—
Mo <sub>3</sub> O <sub>23</sub>	700*7	—
Mo <sub>9</sub> O <sub>26</sub>	800±10*54	—
MoO <sub>3</sub>	801±2	1257
TcO <sub>2</sub>	2127	3727
TcO <sub>3</sub>	927*7	—
Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	120±1	311±2
RuO <sub>2</sub>	1127*7	—
RuO <sub>4</sub>	25—25,5*55	—*7
	27*56	—
Rh <sub>2</sub> O	1127*7	—
RhO	1121*7	—
Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1115*7	—
PdO	877*7	—
Ag <sub>2</sub> O	187*7	—
	815±20	—
CdO	826*57	—
	1084*58	—
	>1500	—
In <sub>2</sub> O	327	527
InO	1052	1727
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2000	3327
	1910±10	—
SnO	1042*7	1527
Sn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1100*59	—
SnO <sub>2</sub>	1625*60	~2000
	2000	2500
	2300*59	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	655*61	1425*62
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	656	1456
Sb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	930*63	—
Sb <sub>6</sub> O <sub>13</sub>	700*64	1423
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	380*63	—
TeO <sub>2</sub>	733±1	1257
TeO <sub>3</sub>	>400*7	—

1	2	3
I <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	130	—
I <sub>4</sub> O <sub>9</sub>	75	—
I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	200* <sup>7</sup>	—
Cs <sub>7</sub> O	4	—
Cs <sub>4</sub> O	10* <sup>64</sup>	—
Cs <sub>3</sub> O	165	—
Cs <sub>2</sub> O	490	—* <sup>7</sup>
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	594	960* <sup>7</sup> , * <sup>64</sup>
Cs <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	502	870* <sup>7</sup> , * <sup>64</sup>
CsO <sub>2</sub>	450	> 597* <sup>7</sup>
Ba <sub>2</sub> O	607	767
BaO	1920* <sup>62</sup>	2200
	—	2727
BaO <sub>2</sub>	450	790—973* <sup>7</sup>
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2217±30	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]	1690	3227
	1920	—
CeO <sub>2</sub> ]	2600	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2127±30	3727
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	2042±30* <sup>65</sup>	—
PrO <sub>2</sub>	427* <sup>7</sup>	—
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2212±30	3000
Pm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2320	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2320	3527
EuO	1700	—
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2050±30	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2322±30	—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2292±30	—
Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	2337±30* <sup>66</sup>	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2385	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2395	—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2400	3000
Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2392±30* <sup>67</sup>	—
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~2420	—
	2260	—
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2467±30* <sup>68</sup>	—
HfO <sub>2</sub>	2780±30	—
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * <sup>69</sup>	1785±30* <sup>70</sup>	2227
* <sup>71</sup>	1872±10	—
WO <sub>2</sub> * <sup>72</sup>	1227÷1327* <sup>15</sup>	1727
WO <sub>2</sub>	1570	1852* <sup>7</sup>
WO <sub>3</sub>	1473—2130	1850
ReO <sub>2</sub>	1202	2977
	1363±20* <sup>62</sup> , * <sup>73</sup>	—
ReO <sub>3</sub>	160±3	620±10

1	2	3
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	301,5±0,5	359±1
ReO <sub>4</sub>	147	187
Re <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	150±3	—
OsO	40	—
OsO <sub>2</sub>	650*7	—
OsO <sub>4</sub>	39,50*55	130±2*55, *74
	41,0±1*74	—
Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1177	1977
IrO <sub>2</sub>	1100*7	—
PtO	507*7	—
PtO <sub>2</sub>	450	477*7
Au <sub>2</sub> O	~200*7	—
HgO	400*55, *7	—
	500*75, *7	—
Tl <sub>2</sub> O	579±5	—
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~717*70	—*7
	834	—
TlO <sub>2</sub>	(490)*77	—
PbO	886±2*55	1472
	—	1535±20*78
Pb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	500*7	—
	830	—
PbO <sub>2</sub>	290*7	—
BiO	902	1647
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	817	1890
	825±5	1890
	305*7	—
Bi <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	552	—*7
PoO <sub>2</sub>	>2227	—
RaO	1977	—
Ac <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1877	2977
ThO	3050	4400*78
ThO <sub>2</sub>	2287	—
PaO <sub>2</sub>	1777	3077
Pa <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2477	—
UO	2840±20	—
UO <sub>2</sub>	2405	—
U <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2500*7	—
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	652*7	—
UO <sub>3</sub>	150*7	—
UO <sub>4</sub>	2560±50	—
NpO <sub>2</sub>	527—627*7	—
Np <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1017	2052
PuO	2240	2977
Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2085	—



1	2	3
Pu <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	2340	—
PuO <sub>2</sub>	2390±20	3227
Am <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2205±15	3127
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2275±50	—
Bk <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1920±25	—
Cf <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1750±25	—

\*1 Тройная точка. \*2 При 3166,4 Па, расчетные данные для состояния пара, отвечающего стандартным условиям. \*3 При 610,615 Па, то же. \*4 При 279,98 Па, расчетные данные. \*5 При 2762,4 Па, расчетные данные. \*6 При 2933,08 Па, расчетные данные. \*7 Разлагается. \*8 На воздухе. \*9 Аморфная стекловидная масса переходит в вязкую жидкость. \*10 При 266,64 Па. \*11 Тройная точка, давление 535 кПа. \*12 Температура сублимации. \*13 Равновесная смесь NO и N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*14 Смесь NO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*15 Сублимирует. \*16 При 142,9 кПа. \*17 Полностью разлагается. \*18 Корунд. \*19 При 400—700°С диспропорционирует. \*20 Кристобалит. \*21 Кварц. \*22 Тридимит. \*23 Гексагональный (Н-форма), при 360°С возгоняется. \*24 Ромбический (О-форма), при 605°С возгоняется. \*25 Ромбический (О'-форма), при 605°С возгоняется. \*26 γ, ромбический, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*27 β, моноклинный, волокнистый. \*28 α, моноклинный, волокнистый, возгоняется. \*29 Плавится с разложением. \*30 Взрывается. \*31 β. \*32 Жидкость с кристаллами Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*33 При давлении p<sub>O<sub>2</sub></sub>=101,325 кПа. \*34 Жидкость с VO<sub>2</sub>. \*35 В зависимости от степени разложения, начавшегося еще в твердом состоянии. \*36 Возгоняется с диссоциацией. \*37 Температура затвердевания. \*38 Куб. →ж+т. \*39 При p<sub>O<sub>2</sub></sub>=21,28 кПа. \*40 При p<sub>O<sub>2</sub></sub>=5,83 кПа. \*41 Гематит. \*42 Плавление на воздухе. \*43 Бескислородная атмосфера, p<sub>общ</sub>=101,325 кПа, состав жидкой фазы CoO<sub>1,000</sub>. \*44 p<sub>общ</sub>=101,325 кПа, p<sub>O<sub>2</sub></sub>=101,325 кПа, состав жидкой фазы CoO<sub>1,014</sub>. \*45 p<sub>O<sub>2</sub></sub>=101,325 кПа, состав жидкой фазы CoO<sub>1,014</sub>. \*46 В вакууме. \*47 Сублимирует при этой температуре. \*48 Стабильная точка плавления, высокотемпературная форма. \*49 Заметно испаряется. \*50 Метастабильная точка плавления, низкотемпературная форма. \*51 Арсенолит, куб. \*52 Клаудетит I, моноклинный. \*53 Жидкость + (MoO<sub>3</sub>+MoO<sub>3</sub>). \*54 Жидкость + (MoO<sub>3</sub> + Mo<sub>4</sub>O<sub>11</sub>). \*55 Желтый. \*56 Коричневый. \*57 При 700°С возгоняется без плавления. \*58 Возгоняется без плавления. \*59 Расчетные данные. \*60 Касситерит, сублимирует. \*61 Валентинит. \*62 Возгоняется. \*63 Теряет кислород. \*64 Расчетная температура диссоциации. \*65 99,5%, в аргоне. \*66 99,70%, в аргоне. \*67 99,56%, в аргоне. \*68 99,88%, в аргоне. \*69 α. \*70 Ромбический. \*71 Триклинный. \*72 δ. \*73 p<sub>пара</sub>=101,325 кПа. \*74 Белый. \*75 Красный. \*76 При p<sub>O<sub>2</sub></sub>=101,325 кПа. \*77 Диссоциирует. \*78 Торнит.

## 7. ТЕПЛОТЫ ПЛАВЛЕНИЯ И ИСПАРЕНИЯ

[1; 9, вып. I—VII; 19; 42; 43; 49; 52; 66; 77; 79, т. 1; 81, т. 5; 96]

Оксид	Теплота плавления, кДж/моль	Теплота испарения, кДж/моль	Температура, °С	Давление, Па
1	2	3	4	5
H <sub>2</sub> O	6,0131± ±0,004 <sup>*1, *2</sup> 6,0135± ±0,0042 <sup>*3</sup> —	— 45,079±0,013 <sup>*3</sup> 44,020±0,013	— 0,01 25	— 610,8 3170

1	2	3	4	5
	—	44,041±0,013	25	101 300
	—	40,683	$t_{\text{кип}} = 100$	101 300
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12,506± ±0,042	52,858±0,134	$t_{\text{пл}} = -0,42$	50,65
	—	51,66±0,13	25	285,7
H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	—	50,24	25	—
D <sub>2</sub> O	6,314± ±0,021	46,494±0,084	$t_{\text{пл}} = 3,813$	667,6
	—	45,43±0,04*4	25	101 300
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—	52,38±0,21	25	—
T <sub>2</sub> O	—	46,05±0,4	25	2644
HDO	—	44,67±0,25	25	2928
HTO	—	46,89±1,26	25	2897
Li <sub>2</sub> O	58,62	234,46	$t_{\text{кип}} = 2600$	—
BeO	85,41±6,28	—	—	—
	—	608,76	$t_{\text{пл}} = 2550$	—
	—	489,86±43,96	$t_{\text{кип}} = 3850$	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,58±0,08	403,44±8,37	$t_{\text{пл}} = 450$	3,34·10 <sup>-15</sup>
	—	356,3±12,6	$t_{\text{кип}} = 2124$	101 300
	—	322,38	$t_{\text{кип}} = 1250$	266,64
CO	0,8386± ±0,0029	6,531±0,004	$t_{\text{пл}} = -205,02$	15 367
	—	6,0441±0,0042	$t_{\text{кип}} = -191,50$	101 300
CO <sub>2</sub>	8,37±0,13	16,24±0,42	$t_{\text{пл}} = -56,58$	517 846
	—	5,28±0,84	25	6 422 400
N <sub>2</sub> O	6,544	16,62	$t_{\text{пл}} = -91,0$	87 827
	—	16,571±0,021	$t_{\text{кип}} = -88,5$	101 300
NO	2,303± ±0,008	14,24	$t_{\text{пл}} = -163,65$	22 083
	—	13,783±0,013	$t_{\text{кип}} = -151,65$	101 300
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	39,356	$t_{\text{кип}}$	—
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	14,662± ±0,013	—	—	—
	—	37,14*5	$t_{\text{пл}} = -11,2$	18 740
	—	38,56*6	$t_{\text{кип}} = 21$	101 300
	—	28,68*7	25	—
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	56,940	$t_{\text{кип}}$	—
O <sub>2</sub>	0,4459± ±0,0008	7,653±0,021	$t_{\text{пл}} = -218,79$	156
	—	6,833±0,017	$t_{\text{кип}} = -182,97$	101 300
O <sub>3</sub>	2,09	15,193	$t_{\text{кип}} = -111,9$	101 300
F <sub>2</sub> O	—	11,10	$t_{\text{кип}} = -145,05$	101 300
Na <sub>2</sub> O	29,73	—	—	—
NaO <sub>2</sub>	25,96	117,23	$t_{\text{кип}}$	—
MgO	77,46±4,19	—	—	—
	—	544,28	$t_{\text{кип}}$	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	113,04±8,37	—	—	—

1	2	3	4	5
	—	485,67	$t_{\text{кип}}$	—
SiO	50,24	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	8,541* <sup>8</sup>	—	—	—
	9,002* <sup>9</sup>	—	—	—
	7,704* <sup>10</sup>	—	—	—
	—	573,59* <sup>10</sup>	25	—
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	18,84	$t_{\text{кип}}$	—
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	14,07	46,64	$t_{\text{пл}} = 23,9$	233
	—	46,64	25	—
	—	43,46	$t_{\text{кип}} = 175,4$	101 300
PO <sub>2</sub>	11,30	—	—	—
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	20,93	37,26	$t_{\text{пл}} = 420$	491 305
	—	73,69	$t_{\text{кип}}$	—
	63,64* <sup>11</sup>	—	—	—
	—	78,29* <sup>12</sup>	$t_{\text{пл}} = 580$	73 949
	74,11* <sup>13</sup>	—	—	—
	—	78,29* <sup>12</sup>	$t_{\text{пл}} = 562$	58 754
	67,41* <sup>14</sup>	—	—	—
	—	84,99* <sup>15</sup>	$t_{\text{пл}} = 571$	75 975
	—	79,13* <sup>15</sup>	$t_{\text{кип}} = 584$	101 300
SO <sub>2</sub>	7,406±0,008	28,22±0,04	$t_{\text{пл}} = -75,46$	15 702
	—	24,953±0,017	$t_{\text{кип}} = -10,01$	101 300
SO <sub>3</sub> * <sup>16</sup>	30,14	38,1±2,1	$t_{\text{пл}} = 62,2$	234 003
SO <sub>3</sub> * <sup>17</sup>	12,14	42,37±1,7	$t_{\text{пл}} = 31,5$	50 144
	—	40,82±1,7	$t_{\text{кип}} = 44,7$	101 300
SO <sub>3</sub> * <sup>18</sup>	5,61	44,21±1,7	$t_{\text{пл}} = 16,79$	20 463
	—	43,17±1,3	25	34 341
Cl <sub>2</sub> O	—	26,335	$t_{\text{кип}} = 2,2$	—
	—	25,96	$t_{\text{кип}} = 2$	101 300
ClO <sub>2</sub>	—	29,64	$t_{\text{кип}} = 11,1$	—
	—	26,33±0,4	$t_{\text{кип}} = 9,7$	101 300
Cl <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	11,72±6,28	39,78±4,19	12	91,17
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—	34,00±0,4	25	12 156
	—	35,67	$t_{\text{кип}} = 78,8$	—
	—	32,36±0,63	$t_{\text{кип}} = 80$	101 300
K <sub>2</sub> O	28,47	154,91	$t_{\text{кип}}$	—
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	29,31	188,41	$t_{\text{кип}} = 1527$	—
K <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,54	104,67	$t_{\text{кип}} = 700$	—
KO <sub>2</sub>	20,52	—	—	—
CaO	75,36	—	—	—
	—	625,33	$t_{\text{кип}}$	—
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	96,30	—	—	—
TiO	54,43±	—	—	—
	±4,2* <sup>19</sup>	—	—	—
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100,48	—	—	—
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	209,34	355,88	$t_{\text{кип}} = 3327$	—

1	2	3	4	5
TiO <sub>2</sub> <sup>*20</sup>	66,99	598,71	25	—
VO	62,80	560,61	25	—
	—	293,08	$t_{\text{кип}} = 3127$	—
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100,48	—	—	—
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	175,85	—	—	—
VO <sub>2</sub>	56,94	—	—	—
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>*21</sup>	113,92±1,26	—	—	—
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	65,147± ±0,419	—	—	—
	—	263,77	$t_{\text{кип}}$	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	104,67	—	—	—
	117,23	—	—	—
CrO <sub>3</sub>	25,54	104,67	$t_{\text{кип}}$	—
MnO	43,96±6,28	—	—	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	127,70±12,6	—	—	—
	—	314,0	$t_{\text{кип}}$	—
Fe <sub>0,947</sub> O	32,20±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
Fe <sub>0,95</sub> O <sup>*23</sup>	31,4	230,3	$t_{\text{кип}} = 2512$	—
	—	~432,42	$t_{\text{кип}}$	—
FeO <sub>1,05</sub>	34,33±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
FeO <sub>1,056</sub>	34,04±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
FeO <sub>1,10</sub>	32,70±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
FeO <sub>1,15</sub>	31,07±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
FeO <sub>1,20</sub>	29,43±2,1 <sup>*22</sup>	—	—	—
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	138,16	—	—	—
	—	298	$t_{\text{кип}} = 2623$	—
CoO	50,24	255,4	$t_{\text{кип}} = 2627$	—
NiO	50,66	—	—	—
Cu <sub>2</sub> O	56,10	—	—	—
	64,27±0,8	—	—	—
CuO	37,26	—	—	—
Ga <sub>2</sub> O	35,59	83,74	$t_{\text{кип}} = 727$	—
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92,11	314,01	$t_{\text{кип}} = 2627$	—
GeO	209,34	—	—	—
GeO <sub>2</sub>	43,96	255,40	$t_{\text{кип}} = 2352$	—
	17,17±2,1 <sup>*2</sup>	—	—	—
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,42	29,94	$t_{\text{кип}} = 465$	—
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*24</sup>	36,84	96,30	$t_{\text{кип}} = 461$	—
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*24</sup>	45,22±9,21	56,10±4,2	$t_{\text{пл}} = 314$	10 029
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*25</sup>	40,82	109,28	$t_{\text{кип}}$	—
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*26</sup>	48,57±9,21	56,10±4,2	$t_{\text{пл}} = 278$	4 812

1	2	3	4	5
AsO <sub>2</sub>	—	56,10±4,2	$t_{\text{кип}} = 461$	101 300
SeO <sub>2</sub>	37,68	—	—	—
SeO <sub>3</sub>	31,82	188,41	$t_{\text{кип}} = 1802$	—
SeO <sub>3</sub>	25,54	84,57	$t_{\text{кип}}$	—
SeO <sub>3</sub> * <sup>27</sup>	7,12±0,8	30,56	$t_{\text{пл}} = 121$	729,4
Rb <sub>2</sub> O	23,87	—	—	—
Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	30,56	—	—	—
Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,82	—	—	—
RbO <sub>2</sub>	17,17	—	—	—
SrO	69,92±8,37	—	—	—
—	—	534,24	$t_{\text{кип}} = 3000$	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	104,67	—	—	—
—	—	2047,4±4,2	$t_{\text{кип}} = 4300$	—
ZrO <sub>2</sub>	87,09	752,79	25	—
—	—	643,09	$t_{\text{кип}} = 4300$	—
NbO	66,99	—	—	—
NbO <sub>2</sub>	66,99	355,88	$t_{\text{кип}} = 3527$	—
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	117,23	334,94	$t_{\text{кип}} = 2927$	—
—	103,33±0,42	—	—	—
MoO <sub>2</sub>	66,99	—	—	—
MoO <sub>3</sub>	52,50	138,16	1155	—
—	48,99	—	—	—
TcO <sub>2</sub>	75,36	439,61	$t_{\text{кип}} = 3727$	—
Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	47,48±2,1	78,84±1,26	$t_{\text{пл}} = 120$	79,72
—	—	58,82±1,26	$t_{\text{кип}} = 311$	101 300
RuO <sub>4</sub>	10,89±1,3	44,38±0,84	$t_{\text{пл}} = 25,$	1 418
Ag <sub>2</sub> O	15,49±2,1	—	—	—
In <sub>2</sub> O	18,84	66,99	$t_{\text{кип}} = 527$	—
InO	16,75	251,21	$t_{\text{кип}} = 1727$	—
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83,74	355,88	$t_{\text{кип}} = 3327$	—
SnO	26,80	251,21	$t_{\text{кип}} = 1527$	—
—	—	161,1	$t_{\text{кип}}$	—
SnO <sub>2</sub>	47,69	314,01	$t_{\text{кип}} = 2000$	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	61,71	37,35	$t_{\text{кип}} = 1425$	—
Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	110,11	74,53	$t_{\text{пл}} = 656$	1114
Sb <sub>6</sub> O <sub>13</sub>	—	74,55	$t_{\text{кип}} = 1423$	—
TeO <sub>2</sub>	29,52±0,84	225,88±8,4	$t_{\text{кип}} = 733$	14,18
—	—	205,2	$t_{\text{кип}} = 1257$	101 300
Cs <sub>2</sub> O	19,18	—	—	—
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	23,03	—	—	—
Cs <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,45	—	—	—
Ba <sub>2</sub> O	21,77	83,74	$t_{\text{кип}} = 767$	—
BaO	57,77±8,38	259,58	$t_{\text{кип}} = 2727$	—
BaO <sub>2</sub>	23,87	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	75,36	—	—	—
—	—	1783,6±2,9	$t_{\text{кип}} = 4200$	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83,74	339,94	$t_{\text{кип}} = 3227$	—
CeO <sub>2</sub>	79,55	—	—	—
—	44,88	—	—	—

1	2	3	4	5
	—	565,2±25,1	$t_{\text{кип}}$	—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92,11	376,81	$t_{\text{кип}} = 3727$	—
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92,11	—	—	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83,74	334,94	$t_{\text{кип}} = 3527$	—
HfO <sub>2</sub>	71,18	—	—	—
	94,20	—	—	—
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	66,99	—	—	—
WO <sub>2</sub>	48,15	—	—	—
WO <sub>3</sub>	71,18	180,03	$t_{\text{кип}} = 1827$	—
	73,48±0,84	—	—	—
ReO <sub>2</sub>	50,24	334,94	$t_{\text{кип}} = 2977$	—
ReO <sub>4</sub>	21,77	228,18±4,19	337	0,069
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	66,15	74,11	$t_{\text{кип}} = 362$	—
	63,22±2,1	75,78±1,3	$t_{\text{пл}} = 301,5$	24 515
	—	69,92±1,3	$t_{\text{кип}} = 359$	101 300
ReO <sub>4</sub>	17,58	38,94	$t_{\text{кип}} = 187$	—
Re <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	12,06±1,67	19,38±0,84	$t_{\text{пл}} = 150$	3,049
OsO <sub>4</sub>	14,28±0,13	42,29±2,1	$t_{\text{пл}} = 41$	3 464
	—	37,26±2,1	$t_{\text{кип}} = 131$	101 300
Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41,87	209,34	$t_{\text{кип}} = 1977$	—
PtO <sub>2</sub>	19,26	—	—	—
Tl <sub>2</sub> O	30,31±0,84	—	—	—
	—	71,18	$t_{\text{кип}}$	—
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51,92	—	—	—
PbO	25,54± ±0,84*28	—	—	—
	—	246,18±5,86	$t_{\text{пл}} = 886$	3,24
	—	228,18±6,28	$t_{\text{кип}} = 1535$	38 494*29
BiO	15,49	226,09	$t_{\text{кип}} = 1647$	—
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,47	—	—	—
	62,8± ±8,4*24	—	—	—
	16,33± ±0,84*26	273,82	1127	—
PoO <sub>2</sub>	23,03	—	—	—
Ac <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83,74	—	—	—
ThO	54,43	272,14	$t_{\text{кип}} = 2977$	—
ThO <sub>2</sub>	75,36	752,37	25	—
	109,69	—	—	—
PaO <sub>2</sub>	83,74	—	—	—

1	2	3	4	5
$\text{Pb}_2\text{O}_5$	108,86	397,75	$t_{\text{кип}} = 3077$	—
$\text{UO}$	58,62	573	$t_{\text{кип}}$	—
$\text{UO}_2$	136,07	623,83	25	—
$\text{NpO}_2$	62,80	—	—	—
$\text{PuO}$	30,14	196,78	$t_{\text{кип}} = 2052$	—
$\text{Pu}_2\text{O}_3$	66,99	314,01	$t_{\text{кип}} = 2977$	—
$\text{PuO}_2$	62,80	376,81	$t_{\text{кип}} = 3227$	—
$\text{Am}_2\text{O}_3$	71,18	355,88	$t_{\text{кип}} = 3127$	—

\*<sup>1</sup> При 0° С и 101,325 кПа. \*<sup>2</sup> Гексагональный. \*<sup>3</sup> В тройной точке. \*<sup>4</sup> Данные для процесса испарения  $\text{D}_2\text{O}$  (ж) в идеальный газ при  $p=101,325$  кПа. \*<sup>5</sup> Равновесная смесь: 16,7%  $\text{NO}_2$  и 83,3%  $\text{N}_2\text{O}_4$ . \*<sup>6</sup> Равновесная смесь: 28%  $\text{NO}_2$  и 72%  $\text{N}_2\text{O}_4$ . \*<sup>7</sup> Газ  $\text{N}_2\text{O}_4$ . \*<sup>8</sup> Кварц. \*<sup>9</sup> Тридимит. \*<sup>10</sup> Кристобалит. \*<sup>11</sup> Ромбический I  $\rightarrow$  ж I. \*<sup>12</sup> ж I  $\rightarrow$  г. \*<sup>13</sup> Ромбический II  $\rightarrow$  ж I. \*<sup>14</sup> Ромбический II  $\rightarrow$  ж II. \*<sup>15</sup> ж II  $\rightarrow$  г. \*<sup>16</sup> Моноклинный  $\alpha$ . \*<sup>17</sup> Моноклинный  $\beta$ . \*<sup>18</sup> Ромбический —  $\gamma$ . \*<sup>19</sup> ж + кр. \*<sup>20</sup>  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ . \*<sup>21</sup> Рутил. \*<sup>22</sup> Тетрагональный —  $\beta$ . \*<sup>23</sup> Куб.  $\rightarrow$  ж + г. \*<sup>24</sup> Вюстит. \*<sup>25</sup> Моноклинный. \*<sup>26</sup> Октаэдрический. \*<sup>27</sup> Кубический. \*<sup>28</sup> Равновесный пар в указанных условиях состоит из  $(\text{SeO}_3)_4$ . \*<sup>29</sup> Желтый. \*<sup>30</sup> Суммарное давление продуктов испарения  $\text{PbO}$  равно 101,325 кПа.

## 8. ИЗМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ И ИСПАРЕНИИ

[9, вып. I—VII; 42]

Оксид	Изменение энтропии $\Delta S$ при плавлении, кДж/(кмоль·К)	Изменение энтропии $\Delta S$ при испарении жидкости, кДж/(кмоль·К)	Температура, °С	Давление, Па
1	2	3	4	5
$\text{H}_2\text{O}$	22,014 <sup>*1</sup> 22,014 <sup>*2, *3</sup>	165,027 <sup>*1</sup> —	0,01 —	610,8 —
	—	147,643	25	3 170
	—	118,876	25	101 300
	—	109,024	$t_{\text{кип}} = 100$	101 300
$\text{H}_2\text{O}_2$	45,85	193,81	$t_{\text{пл}} = -0,42$	50,65
	—	173,29	25	285,7
$\text{H}_2\text{O}_4$	—	16,75	25	—
$\text{D}_2\text{O}$	22,797	167,89	$t_{\text{пл}} = 3,813$	667,6
	—	122,34 <sup>*4</sup>	25	101 300
$\text{D}_2\text{O}_2$	—	175,68	25	—
$\text{T}_2\text{O}$	—	154,5	25	2644
$\text{HDO}$	—	149,85	25	2928
$\text{HTO}$	—	157,0	25	2897

1	2	3	4	5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,00	558,02	$t_{\text{пл}} = 450$	3,34·10 <sup>-15</sup>
	—	148,63	$t_{\text{кип}} = 2124$	101 300
CO	12,309	95,865	$t_{\text{пл}} = -205,02$	15 367
	—	74,023	$t_{\text{кип}} = -191,50$	101 300
CO <sub>2</sub>	38,64	75,03	$t_{\text{пл}} = -56,58$	517 846
	—	17,71	25	6 422 400
N <sub>2</sub> O	35,84	91,27	$t_{\text{пл}} = -91,0$	87 827
	—	89,76	$t_{\text{кип}} = -88,5$	101 300
NO	21,02	130,00	$t_{\text{пл}} = -163,65$	22 083
	—	113,42	$t_{\text{кип}} = -151,65$	101 300
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>*5</sup>	55,98	141,77	$t_{\text{пл}} = -11,2$	18 740
	—	131,17	$t_{\text{кип}} = 21$	101 300
	—	96,21 <sup>*6</sup>	25	—
O <sub>2</sub>	8,202	140,80	$t_{\text{пл}} = -218,79$	156
	—	75,78	$t_{\text{кип}} = -182,97$	101 300
O <sub>3</sub>	25,96 <sup>*7</sup>	—	—	—
	—	94,20	$t_{\text{кип}} = -111,9$	101 300
F <sub>2</sub> O	—	86,62	$t_{\text{кип}} = -145,05$	101 300
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48,61	—	—	—
O <sub>2</sub>	4,52 <sup>*8</sup>	—	—	—
	3,85 <sup>*9</sup>	—	—	—
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	47,35	157,01	$t_{\text{пл}} = -23,9$	233
	—	156,42	25	—
	—	96,88	$t_{\text{кип}} = 175,4$	101 300
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*3</sup>	30,14	53,59	$t_{\text{пл}} = 420$	491 305
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*10</sup>	88,76	93,78	$t_{\text{пл}} = 562$	58 754
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*11</sup>	79,97	100,48	$t_{\text{пл}} = 571$	75 975
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*12</sup>	74,5	91,69	$t_{\text{пл}} = 580$	73 949
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	—	92,53 <sup>*13</sup>	$t_{\text{кип}} = 584$	101 300
SO <sub>2</sub>	37,47	142,73	$t_{\text{пл}} = -75,46$	15 702
	—	94,83	$t_{\text{кип}} = -10,01$	101 300
SO <sub>3</sub> <sup>*14</sup>	90,02	113,46	$t_{\text{пл}} = 62,2$	234 003
SO <sub>3</sub> <sup>*15</sup>	39,77	139,09	$t_{\text{пл}} = 31,5$	50 144
	—	128,41	$t_{\text{кип}} = 44,7$	101 300
SO <sub>3</sub> <sup>*16</sup>	19,34	152,48	$t_{\text{пл}} = 16,79$	20 463
	—	144,78	25	34 341
Cl <sub>2</sub> O	—	94,20	$t_{\text{кип}} = 2$	101 300
ClO <sub>2</sub>	—	93,11	$t_{\text{кип}} = 9,7$	101 300
Cl <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	42,29 <sup>*17</sup>	—	—	—
	—	139,42	12	91,17
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—	113,88	25	12 156
	—	91,69	$t_{\text{кип}} = 80$	101 300
TiO	26,50 <sup>*18</sup>	—	—	—



1	2	3	4	5
$V_2O_4$	62,63	—	—	—
$V_2O_5$	68,37	—	—	—
$MnO$	20,77	—	—	—
$Mn_3O_4$	69,67	—	—	—
$Fe_{0,947}O$	19,55 <sup>*19</sup>	—	—	—
$FeO_{1,05}$	20,89 <sup>*19</sup>	—	—	—
$FeO_{1,056}$	20,68 <sup>*19</sup>	—	—	—
$FeO_{1,10}$	19,68 <sup>*19</sup>	—	—	—
$FeO_{1,15}$	18,51 <sup>*19</sup>	—	—	—
$FeO_{1,20}$	17,33 <sup>*19</sup>	—	—	—
$Cu_2O$	42,41	—	—	—
$GeO_2$	12,35	—	—	—
$As_4O_6^{*20}$	88,34	101,74	$t_{пл} = 278$	4 812
$As_4O_6^{*21}$	77,04	95,46	$t_{пл} = 314$	10 029
	—	76,62	$t_{кип} = 461$	101 300
$SeO_2$	38,52	—	—	—
$SeO_3^{*22}$	18,0	77,46	$t_{пл} = 121$	729,4
$ZrO_2$	29,31	—	—	—
$Nb_2O_5$	58,62	—	—	—
$MoO_3$	45,59	—	—	—
$Tc_2O_7$	120,79	200,63	$t_{пл} = 120$	79,72
	—	100,73	$t_{кип} = 311$	101 300
$RuO_4$	36,47	148,63	$t_{пл} = 25,4$	1 418
$Ag_2O$	14,24	—	—	—
$Sb_4O_6^{*23}$	118,49	80,39	$t_{пл} = 656$	1114
$TeO_2$	29,35	224,54	$t_{пл} = 733$	14,18
	—	133,98	$t_{кип} = 1257$	101 300

1	2	3	4	5
WO <sub>3</sub>	42,08	—	—	—
ReO <sub>3</sub>	—	374,05	337	0,069
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	110,03	131,84	$t_{пл} = 301,5$	24 515
	—	110,62	$t_{кип} = 359$	101 300
Re <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	28,51	45,80	$t_{пл} = 150$	3 049
OsO <sub>4</sub>	45,47	134,69	$t_{пл} = 41$	3 464
	—	92,24	$t_{кип} = 131$	101 300
Ti <sub>2</sub> O	35,588	—	—	—
PbO	22,02	212,44	$t_{пл} = 886$	3,24
	—	126,19	$t_{кип} = 1535$	38494* <sup>24</sup>
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,83	195,52	1127	—

\*<sup>1</sup> В тройной точке. \*<sup>2</sup> При 0° С и 101,325 кПа. \*<sup>3</sup> Гексагональный. \*<sup>4</sup> Для процесса испарения D<sub>2</sub>O (ж) в идеальный газ. \*<sup>5</sup> Равновесная смесь: 16,7% NO<sub>2</sub> и 83,3% N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>6</sup> Газ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>7</sup> 114,50 Па. \*<sup>8</sup> Кварц. \*<sup>9</sup> Кристобалит. \*<sup>10</sup> Ромбический II→жI. \*<sup>11</sup> Ромбический II→жII. \*<sup>12</sup> Ромбический I→жI. \*<sup>13</sup> жII→г. \*<sup>14</sup> Моноклинный α. \*<sup>15</sup> Моноклинный —β. \*<sup>16</sup> Ромбический γ. \*<sup>17</sup> При 52,69 Па. \*<sup>18</sup> Куб→ж+кр. Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>19</sup> Кубический →ж+т. \*<sup>20</sup> Кубический. \*<sup>21</sup> Моноклинный. \*<sup>22</sup> Равновесный пар в указанных условиях состоит из (SeO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>. \*<sup>23</sup> Ромбический. \*<sup>24</sup> Суммарное давление продуктов испарения PbO равно 101,325 кПа.

## 9. ТЕПЛОТА СУБЛИМАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ ПРИ СУБЛИМАЦИИ

[1; 9, вып. I—VII; 19; 29; 42; 43; 77; 180; 195]

Оксид	Теплота сублимации $\Delta H_{субл}$ , кДж/моль	Температура, °С	Давление, Па	Изменение энтропии $\Delta S$ при сублимации, кДж/(кмоль·К)
1	2	3	4	5
H <sub>2</sub> O	47,428±0,025	—273,15	—	—
	51,092±0,013* <sup>1</sup>	0,01	610,8	187,037* <sup>2</sup>
	51,020	0,0	—	—
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	64,757±0,226	—273,15	—	—
D <sub>2</sub> O	49,965±0,059	—273,15	—	—
	52,808±0,088	$t_{пл} = 3,813$	667,6	190,67
Li <sub>2</sub> O	460,55±12,56	—273,15	—	—

1	2	3	4	5
BeO	719,57±13,40	-273,15	—	—
	636,40±41,87	327-2727	—	—
	609,18±16,75	$t_{пл} = 2570$	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	427,05±8,37	-273,15	—	—
	431,730	25	$1,52 \cdot 10^{-59}$	1448,05
	428,02±8,37	$t_{пл} = 450$	$3,34 \cdot 10^{-15}$	592,01
CO	7,3700±0,0050	$t_{пл} = -205,02$	15 367	108,174
CO <sub>2</sub>	25,246±0,021	-78,50	101 300	129,707
	24,62±0,46	$t_{пл} = -56,58$	517,846	113,67
N <sub>2</sub> O	23,07	$t_{пл} = -91,0$	87 827	126,65
NO	16,54	$t_{пл} = -163,65$	22 083	151,02
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>*2</sup>	51,800	$t_{пл} = -11,2$	18 740	197,74
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	54,4	25	49 637	182,54
	54,0	$t_{пл} = 33$	101 300	176,68
O <sub>2</sub>	8,101±0,021	$t_{пл} = -218,79$	156	149,05
MgO	568,99	-273,15	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	844,9	-273,15	—	—
SiO	322,4	-273,15	—	—
SiO <sub>2</sub> <sup>*3</sup>	565,22±20,93	-273,15	—	—
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	60,71	$t_{пл} = 23,9$	233	204,36
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*4</sup>	89,60±4,2	25	—	300,61
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*4</sup>	65,31±4,2	359	101 300	103,41
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*4</sup>	58,20±4,2	$t_{пл} = 420$	491 305	83,74
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*5</sup>	152,40	$t_{пл} = 562$	58 754	182,54
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> <sup>*5</sup>	152,40	$t_{пл} = 571$	75 975	180,45

1	2	3	4	5
$P_4O_{10}^{*6}$	141,93	$t_{пл} = 580$	73 949	166,22
$SO_2$	$35,63 \pm 0,04$	$t_{пл} = -75,46$	15 702	180,20
$SO_3^{*7}$	68,24	$t_{пл} = 62,2$	234 003	203,48
$SO_3^{*8}$	54,43	$t_{пл} = 31,5$	50 144	178,65
$SO_3^{*9}$	49,82	$t_{пл} = 16,79$	20 463	171,66
$Cl_2O_6$	$51,50 \pm 2,09$	-22	3,47	205,15
CaO	574,01	-273,15	—	—
TiO	$563,33 \pm 2,18$	1574—1695	—	—
	583,6	-273,15	—	—
$TiO_2$	$581,55 \pm 2,09$	1576—1737	—	—
	609,2	-273,15	—	—
$VO_2$	$435,43 \pm 8,37$	1027—1377	—	—
$Cr_2O_3$	$523,98^{*10}$	—	—	—
	$445,56^{*11}$	—	—	—
	$589,5^{*12}$	—	—	—
MnO	508,3	-273,15	—	—
FeO	463,4	—	—	—
$Fe_3O_4$	436,2	—	—	—
CoO	510,8	-273,15	—	—
NiO	466,41	1227	—	—
	500,0	-273,15	—	—
$Ga_2O_3^{*13}$	$573,6 \pm 25,1$	25	—	1923,8
	$519,2 \pm 12,6$	$t_{пл} = 1725$	80,0	259,83
$GeO_2$	415,7	-273,15	—	—
$As_4O_6^{*14}$	$104,67 \pm 8,37$	25	$5,37 \cdot 10^{-6}$	351,3

1	2	3	4	5
	104,67±8,37	$t_{пл} = 278$	4 812	190,08
As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*13</sup>	101,32±8,37	$t_{пл} = 314$	10 029	172,5
SeO <sub>2</sub>	98,81±4,19	25	—	331,59
	91,27±4,19	337	101 300	149,47
	110,11	—	—	—
SeO <sub>3</sub>	37,68	$t_{пл} = 121$	729,4	95,46
SrO	530,64±12,14	—273,15	—	—
ZrO <sub>2</sub>	741,06±25,12	—273,15	—	—
NbO	590,34±12,56	1400—1700	—	—
NbO <sub>2</sub>	577,78±20,93	1400—1900	—	—
MoO <sub>2</sub>	582,8	25	—	—
MoO <sub>3</sub>	272,14	700	—	—
	315,68±4,19	—	—	—
Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	132,30±1,67	25	—	443,76
	126,32±1,26	$t_{пл} = 120$	79,72	321,42
RuO <sub>4</sub>	55,47±0,84	25	1398	185,35
	55,27±0,84	$t_{пл} = 25,4$	1418	185,10
CdO	243,7	—	—	—
	225,25	—	—	—
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	531,7±8,4	1387	0,588	320,33
SnO	307,035	25	—	1029,12
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	184,64	$t_{пл} = 656$	1114	198,87
TeO <sub>2</sub>	270,05±8,37	25	—	905,60
	259,58±8,37	$t_{пл} = 733$	14,18	258,03
Ba <sub>2</sub> O	228,6	—273,15	—	—
BaO	422,87	—273,15	—	—
	372,63±2,93	900—1200	—	—

1	2	3	4	5
$\text{La}_2\text{O}_3$	$1783,6 \pm 2,9$	—	—	—
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	1738,8	—	—	—
$\text{ReO}_2$	$274,65 \pm 2,1$	717	0,192	277,42
$\text{Re}_2\text{O}_7$	$156,59 \pm 4,19$	25	—	525,19
	$139,00 \pm 1,26$	$t_{\text{пл}} = 301,5$	24 515	241,87
$\text{Re}_2\text{O}_8$	$31,44 \pm 1,26$	$t_{\text{пл}} = 150$	3 049	74,32
$\text{OsO}_4$	$57,57 \pm 2,5$	25	1 307	193,10
	$56,56 \pm 2,5$	$t_{\text{пл}} = 41$	3 464	180,16
$\text{PbO}^{*15}$	$288,47 \pm 5,44$	—273,15	—	—
	$288,33 \pm 5,44$	25	—	967,15
$\text{PbO}^{*16}$	$286,930 \pm 5,44$	—273,15	—	—
	$286,653 \pm 5,44$	25	—	961,29
	$271,72 \pm 5,86$	$t_{\text{пл}} = 886$	3,24	234,46
$\text{ThO}$	689,1	—273,15	—	—
$\text{ThO}_2$	$711,8 \pm 4,2$	25	—	—
	644,8	1877	—	—
	732,7	—273,15	—	—
$\text{UO}_2$	668,2	25	—	—
	574,0	1527	—	—
	$581,96 \pm 20,93$	1750—1900	—	—

\*<sup>1</sup> В тройной точке. \*<sup>2</sup> Равновесная смесь: 16,7%  $\text{NO}_2$  и 83,3%  $\text{N}_2\text{O}_4$ . \*<sup>3</sup> Кварц. \*<sup>4</sup> Гексагональный. \*<sup>5</sup> Ромбический II. \*<sup>6</sup> Ромбический I. \*<sup>7</sup> Моноклинный  $\alpha$ . \*<sup>8</sup> Моноклинный  $\beta$ . \*<sup>9</sup> Ромбический  $\gamma$ . \*<sup>10</sup> Для  $\text{Cr}$  (r). \*<sup>11</sup> Для  $\text{CrO}$  (r). \*<sup>12</sup> Для  $\text{CrO}_2$  (r). \*<sup>13</sup> Моноклинный. \*<sup>14</sup> Кубический. \*<sup>15</sup> Тетрагональный. \*<sup>16</sup> Ромбический.

# 10. ПАРАМЕТРЫ ПОЛИМОРФНЫХ И НЕКОТОРЫХ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

$\alpha$  — низкотемпературная;  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  — высокотемпературные модификации;  $p$  — давление, МПа;  $\Delta H$  — теплота перехода, кДж/моль;  $\Delta S$  — изменение энтропии, кДж/(кмоль·К)

Тип перехода	Температура, °C
1	2

## H<sub>2</sub>O [9, вып. 1]

Гекс. I → тетр. III <sup>*1, *2</sup>	—34,7
Гекс. II → тетр. III <sup>*1, *3</sup>	
Гекс. II → гекс. I <sup>*1, *4</sup>	
Гекс. I → тетр. III <sup>*5</sup>	—22
Гекс. II → тетр. III <sup>*6, *7</sup>	—24,3
Гекс. II → кр. V <sup>*6, *8</sup>	
Кр. V → тетр. III <sup>*6, *9</sup>	
Кр. V → тетр. III <sup>*10</sup>	—17
Кр. VI → кр. V <sup>*11</sup>	0,16
Кр. VII → кр. VI <sup>*12</sup>	81,6

## D<sub>2</sub>O [9, вып. 1]

Гекс. I → тетр. III <sup>*13, *14</sup>	—31
Гекс. II → тетр. III <sup>*13, *15</sup>	
Гекс. II → гекс. I <sup>*13, *16</sup>	
Гекс. II → тетр. III <sup>*17, *18</sup>	—21,5
Гекс. II → кр. V <sup>*17, *19</sup>	
Кр. V → тетр. III <sup>*17, *20</sup>	
Гекс. I → тетр. III <sup>*21</sup>	—18,75
Кр. V → тетр. III <sup>*22</sup>	—14,5
Кр. VI → кр. IV <sup>*23</sup>	—6,2
Кр. V → кр. VI <sup>*24</sup>	2,6

1	2
BeO [104]*25	
$\alpha \rightarrow \beta^{*26}$ $\beta \rightarrow \alpha$	$2107 \pm 7$ $2097 \pm 7$
CO [9, вып. IV]	
Куб ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ гекс. ( $\beta$ )*27	$-211,59$
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [9, вып. III]	
Кр. II $\rightarrow$ кр. I	$-125$
O <sub>2</sub> [9, вып. I]	
Ромб. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ гекс. ( $\beta$ )*28 Гекс ( $\beta$ ) $\rightarrow$ куб. ( $\gamma$ )*29	$-249,30$ $-229,38$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *30 [19, с. 6; 90, с. 434; 52, с. 18—19]	
Куб. ( $\gamma$ ) $\rightarrow \alpha^{*31}$ Куб. ( $\gamma$ ) $\rightarrow (\theta)$ $\theta \rightarrow \alpha$ Г. ц. куб. ( $\gamma'$ ) $\rightarrow \alpha$ Гекс. ( $\delta$ ) $\rightarrow (\alpha)^{*32}$ Октаэдр. ( $\xi$ ) $\rightarrow \alpha$ $\kappa \rightarrow \alpha^{*33}$	$> 1200$ $850-900$ $1100-1150$ $750-1000$ $950$ $> 1600$ —
SiO <sub>2</sub> [9, вып. IV]*34	
Кварц IX $\rightarrow \alpha$ -кварц $\alpha$ -кварц $\rightarrow \beta$ -кварц*35 $\alpha$ -Кварц $\rightarrow \beta$ -кварц*36 $\alpha$ -Кварц $\rightarrow$ коэсит*36 $\beta$ -Кварц $\rightarrow$ коэсит*36 $\beta$ -Кварц $\rightarrow$ тридимит*37 $\beta$ -Кварц $\rightarrow$ тридимит*38 $\beta$ -Кварц $\rightarrow \beta$ -кристобалит*38 Тридимит $\rightarrow \beta$ -кристобалит*38 $\beta$ -Кварц $\rightarrow \beta$ -кристобалит*39 $\alpha$ -Тридимит $\rightarrow \beta$ -тридимит*40 $\beta$ -Тридимит $\rightarrow$ тридимит*41 Тридимит $\rightarrow$ тридимит*42 Тридимит $\rightarrow \beta$ -кристобалит*43 $\alpha$ -Кристобалит $\rightarrow \beta$ -кристобалит*44 $\alpha$ -Кристобалит $\rightarrow \beta$ -кристобалит*45 $\beta$ -Кварц $\rightarrow \beta$ -кристобалит*47 $\beta$ -Кварц $\rightarrow$ кремнеземистое стекло *48	$-182$ $573$ $1300 \pm 100$ $867$ $1190 \pm 20$ $1735 \pm 50$ $117$ $163$ $225$ $1470$ $242$ $200-275^{*46}$ $\sim 1050$ $1723$



I	2
Кремнеземистое стекло $\rightarrow$ $\beta$ -кристобалит <sup>*48</sup>	—
$\text{Cl}_2\text{O}_7$ [9, вып. 1]	
Кр. II $\rightarrow$ кр. I	—100
$\text{KO}_2$ [1, с. 166]	
$\alpha \rightarrow \beta$	80
$\text{Ti}_6\text{O}$ [9, вып. VII]	
Гекс $\rightarrow$ кр. <sup>*49</sup>	440 $\pm$ 20
Кр. I' $\rightarrow$ кр. I <sup>*50</sup>	830 $\pm$ 20
$\text{Ti}_3\text{O}$ [9, вып. VII]	
Гекс. $\rightarrow$ кр. <sup>*50, *51</sup>	540 $\pm$ 30
$\text{Ti}_3\text{O}_2$ [9, вып. VII]	
Ромб. $\rightarrow K_1 + K_2$ <sup>*52</sup>	910 $\pm$ 15
$\text{TiO}$ [9, вып. VII]	
Монокл. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ куб. ( $\beta$ ) <sup>*53</sup>	980 $\pm$ 10
Куб. ( $\beta$ ) $\rightarrow$ куб.	1250 $\pm$ 10
$\text{TiO}_{1,20}$ [9, вып. VII]	
Ромб. $\rightarrow K_1 + K_2$	820 $\pm$ 10
$\text{TiO}_{1,25}$ [9, вып. VII]	
Тетр. $\rightarrow K_1 + K_2$	720
$\text{Ti}_2\text{O}_3$ [9, вып. VII]	
Монокл. $\rightarrow$ гекс. <sup>*54, *55</sup>	160 $\pm$ 20
$\text{Ti}_3\text{O}_5$ [9, вып. VII]	
Монокл. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ монокл. ( $\beta$ ) <sup>*56</sup>	175 $\pm$ 5
$\text{TiO}_2$	
Рутил $\rightarrow$ кр. IV <sup>*57</sup>	400 $\pm$ 50
$\alpha$ -Анализ $\rightarrow$ $\beta$ -анализ <sup>*58</sup>	642

1	2
$\beta$ -Анализ $\rightarrow$ рутил <sup>*59</sup>	915
$\beta$ -Анализ $\rightarrow$ рутил <sup>*60</sup>	800—850
Брукит $\rightarrow$ рутил <sup>*61</sup>	650
Анализ $\rightarrow$ брукит <sup>*62</sup>	800
Брукит $\rightarrow$ рутил <sup>*62</sup>	1040
$\alpha$ -Анализ $\rightarrow$ рутил <sup>*63</sup>	>400
VO [9, вып. VII]	
Куб. I' $\rightarrow$ куб. <sup>*64</sup>	—153 $\pm$ 10
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [9, вып. VII]	
Монокл. $\rightarrow$ гекс. <sup>*65</sup>	—105
Монокл. $\rightarrow$ гекс. <sup>*66</sup>	—193 $\pm$ 10
Монокл. $\rightarrow$ гекс. <sup>*67</sup>	—298, 95
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	
Монокл. I' $\rightarrow$ монокл. I <sup>*68</sup>	—140 $\pm$ 5
<sup>*69</sup>	—98
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub> [9, вып. VII]	
Трикл. I' $\rightarrow$ трикл. I <sup>*70, *71</sup>	—36 $\pm$ 4
Трикл. I' $\rightarrow$ трикл. I <sup>*71, *72</sup>	—35 $\pm$ 2
V <sub>5</sub> O <sub>9</sub> [9, вып. VII]	
Трикл. I' $\rightarrow$ трикл. I	—134 $\pm$ 5
V <sub>6</sub> O <sub>11</sub> [9, вып. VII]	
Трикл. I' $\rightarrow$ трикл. I	—96 $\pm$ 5
V <sub>8</sub> O <sub>15</sub> [9, вып. VII]	
Трикл. I' $\rightarrow$ трикл. <sup>*73</sup>	70 $\pm$ 5
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub> [9, вып. VII]	
Монокл. $\rightarrow$ тетр. <sup>*74</sup>	67 $\pm$ 2
Монокл. $\rightarrow$ тетр. <sup>*75</sup>	72
V <sub>6</sub> O <sub>13</sub> [9, вып. VII]	
Монокл. I' $\rightarrow$ монокл. I <sup>*76, *77</sup>	—135 $\pm$ 3
Монокл. I' $\rightarrow$ монокл. I	—118

1	2
$V_2O_5$ [9, вып. VII]	
Кр. II → ромб. *78	23
$Cr_2O_3$ [9, вып. VII]	
Гекс. I → гекс. I' *79	32 ± 1
Гекс. I → гекс. I' *80	12 ± 2
$\beta + \gamma$ *81	> 800
$CrO_2$ [9, вып. VII]	
Тетр. I → тетр. I' *82	116 ± 2
$CrO_3$ [9, вып. VII]	
Ромб. I → кр. II *83	23
$MnO$ [9, вып. VII]	
Гекс. II → кр. I *77, *84	-155,35 ± 2,0
Гекс. II → кр. I *85	-153,85 ± 0,5
Куб. I → кр. III *86	20
$Mn_3O_4$ [9, вып. VII]	
Ромб. → тетр. *77	-231,15 ± 1,0
Тетр. → куб. *87	1160 ± 10
$Mn_2O_3$ [9, вып. VII]	
Ромб. II' → ромб. II *88	-193,75 ± 1,0
Ромб. II → кр. I	670 ± 100
$MnO_2$ [9, вып. VII]	
Тетр. I' → тетр. I *89	-181,15 ± 0,1
$Fe_{0,947}O$ [9, вып. VI]	
Куб. I' → куб. I *77, *90	-87 ± 3
$FeO_{1,056}$ [9, вып. VI]	
Кр. I' → кр. I *91	-87 ± 3
$Fe_3O_4$ [9, вып. VI]	
Ромб. → куб. *92	-154,25
Куб. → кр.	578 ± 7
Ромб. → куб. *93	-163,45
Ромб. → куб. *94	-161,95

1	2
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ [9, вып. VI]	
Кр. II' $\rightarrow$ кр. I' * <sup>95</sup> Кр. I' $\rightarrow$ кр. I * <sup>96</sup>	$-15 \pm 2$ $680 \pm 10$
$\text{CoO}$ [9, вып. VI]	
Тетр. $\rightarrow$ куб. * <sup>77, 97</sup> Куб. $\rightarrow$ кр. I	$17 \pm 3$ $985 \pm 25$
$\text{Co}_3\text{O}_4$ [9, вып. VI]	
Куб. I' $\rightarrow$ куб. I * <sup>77</sup>	$-233 \pm 5$
$\text{NiO}$ [9, вып. VI]	
Куб. I $\rightarrow$ куб. I'	$252 \pm 15$
$\text{Ga}_2\text{O}_3$ [9, вып. V]	
Куб. ( $\delta$ ) $\rightarrow$ ( $\epsilon$ ) * <sup>98</sup> ( $\epsilon$ ) $\rightarrow$ монокл. ( $\beta$ ) * <sup>98</sup> Куб. ( $\gamma$ ) $\rightarrow$ монокл. ( $\beta$ ) * <sup>98</sup> Куб. ( $\gamma$ ) $\rightarrow$ гекс. ( $\alpha$ ) * <sup>98</sup> Гекс. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ монокл. ( $\beta$ ) * <sup>98</sup>	$500 \pm 20$ $870 \pm 15$ $650 \pm 20$ $500 \pm 20$ $625 \pm 20$
$\text{GeO}_2$ [9, вып. IV]	
Тетр. $\rightarrow$ гекс. * <sup>99</sup> Гекс. I $\rightarrow$ гекс. * <sup>95</sup>	$1049 \pm 5$ $1000 \pm 20$
$\text{As}_2\text{O}_3$ [81, т. 3]	
Арсенолит (куб.) $\rightarrow$ клодетит (монокл.) * <sup>100</sup>	—
$\text{RbO}_2$	
Тетр. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ куб. ( $\beta$ ) * <sup>101</sup> — —	$130-150$ $-258, 15^{102}$ $-94, 85^{102}$
$\text{Zr}_6\text{O}_3$ [9, вып. VII]	
Кр. $\rightarrow K_1 + K_2$	$940 \pm 20$
$\text{ZrO}_2$ [9, вып. VII]	
Монокл. $\rightarrow$ тетр. * <sup>103</sup> Монокл. $\rightarrow$ тетр. * <sup>104</sup> Тетр. $\rightarrow$ куб. * <sup>105</sup> Ромб. $\rightarrow$ тетр. * <sup>105</sup> Ромб. $\rightarrow$ куб. * <sup>105</sup> }	$1175 \pm 30$ $300 \pm 20$ $850 \pm 100$

I	2
Тетр. → куб. *106	2350±50
Ромб. → тетр. *107	160±50
Ромб. → куб. *108	800±50
Монокл. → тетр. *109	1147
Монокл. → тетр. *110	1000—1205
Тетр. I → тетр. I' *50, *111	NbO <sub>2</sub> [9, вып. VII] 795±10
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [9, вып. VII]
Кр. III → кр. II *112	780±100
Кр. III → кр. II *113	1000±100
Кр. II → монокл. *112	1300±100
α(L) → β(M) *114	900
β(M) → γ(N) *114	1100
α → β *115	900
β → γ *116	1280
	Mo <sub>4</sub> O <sub>11</sub> [9, вып. VII]
Монокл. → ромб.	655±10
	Mo <sub>9</sub> O <sub>26</sub> [9, вып. VII]
Трикл. → монокл.	770±10
	MoO <sub>3</sub> [9, вып. VII]
Ромб. → кр. I	467±10
	Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [9, вып. VI]
Гекс. → кр. I	750
	CdO [19]
Ам. → кр. *117	Красного каления
	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [9, вып. V]
Куб. I → II *118	1250
	SnO <sub>2</sub> [9, вып. IV]
Тетр. → кр. I *119	425±25
	Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub> [9, вып. III]
Куб. → ромб. *120	572
	TeO <sub>2</sub> [143]
Орторомб. (α) → тетр. (β) *121	485

1	2
CsO <sub>2</sub> [54]	
Тетр. → куб. *122	130—200
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Монокл. (B) → гекс. (A) *123	800
Гекс. (A) → гекс. (H) *124	2047
Гекс. (H) → X *124, *125	2107
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Куб. (C) → гекс. (A) *126	650
Монокл. (B <sub>1</sub> ) → гекс. (A) *126	810
Гекс. (A) → гекс. (H) *124	1947
Гекс. (H) → X *124, *125	2147
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [77]	
Куб. (C) → гекс. (A)	600—810
Куб. (C) → гекс. (A) *127	750—1100 *128
Куб. (C) → монокл. (B)	915
Монокл. (B <sub>1</sub> ) → гекс. (A)	1000
Монокл. (B) → гекс. (A)	1030
Гекс. (A) → гекс. (H) *124	2097
Гекс. (H) → X *124, *125	2197
Pm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [102] *129	
Куб. (C) → монокл. (B)	750—800
Монокл. (B) → гекс. (A)	1740
Гекс. (A) → высокотемпературный гекс. (H)	2135
Высокотемпературный гекс. (H) → высокотемпературный куб. (X)	2225
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [77]	
Куб. (C) → монокл. (B)	735
Монокл. (B <sub>1</sub> ) → гекс. (A)	850
Куб. (C) → гекс. (A)	840—1150
Куб. (C) → монокл. (B) *130	840—880
Куб. (C) → монокл. (B) *131	950
Монокл. (B) → гекс. (A) *124	1897
Гекс. (A) → гекс. (H) *124	2097
Гекс. (H) → X *124, *125	2247

1	2
$\text{Eu}_2\text{O}_3$ [77]	
Куб. (C) → монокл. (B <sub>1</sub> )	800
Куб. (C) → монокл. (B)	1075—1350
Куб. → монокл. * <sup>132</sup>	1050
Куб. (C) → монокл. (B) * <sup>130</sup>	1100—1400
Монокл. (B) → гекс. (A) * <sup>124</sup>	2037
Гекс. (A) → гекс. (H) * <sup>124</sup>	2137
Гекс. (H) → X * <sup>124</sup> , * <sup>125</sup>	2267
$\text{Gd}_2\text{O}_3$ [77]	
Куб. (C) → монокл. (B <sub>2</sub> )	875
Куб. (C) → монокл. (B)	1025—1250
Куб. (C) → монокл. (B) * <sup>130</sup>	1400
Куб. (C) → монокл. (B) * <sup>133</sup>	1225
Монокл. (B) → гекс. (H) * <sup>124</sup>	2167
Гекс. (H) → X * <sup>124</sup> , * <sup>125</sup>	2357
$\text{Tb}_2\text{O}_3$ [77]	
Куб. (C) → монокл. (B <sub>1</sub> )	1150
Куб. (C) → монокл. (B)	1875
Куб. (C) → монокл. (B) * <sup>133</sup>	1850
Монокл. (B) → гекс. (H) * <sup>134</sup>	2157
$\text{Dy}_2\text{O}_3$ [77]	
Куб. (C) → монокл. (B <sub>2</sub> )	1600
Куб. (C) → монокл. (B)	2150
Монокл. (B) → гекс. (H) * <sup>134</sup>	2197
$\text{Ho}_2\text{O}_3$ [137; 138; 156]	
Куб. (C) → монокл. (B)	2197
Монокл. (B) → гекс. (H)	2237
$\text{Er}_2\text{O}_3$ [137; 138; 156]	
Куб. (C) гекс. (H)	2277
$\text{Yb}_2\text{O}_3$ [137; 138; 156]	
Куб. (C) → гекс. (H)	2377
$\text{HfO}_2$ [9, вып. VII]	
Ромб. → монокл. * <sup>135</sup>	630±50
Монокл. → тетр. * <sup>136</sup>	900±50
Монокл. → ромб. * <sup>136</sup>	
Ромб. → тетр. * <sup>136</sup>	1450±50
Ромб. → тетр. * <sup>86</sup>	
Монокл. → тетр. * <sup>137</sup>	1650±100
Тетр. → куб.	2500±100

1	2
$\text{Ta}_2\text{O}_5$ [9, вып. VII]	
Ромб. $\rightarrow$ трикл.	$1340 \pm 20$
$\text{WO}_{2,96}$ [9, вып. VII] *138	
Монокл. $\rightarrow$ кр. I	$1250 \pm 20$
$\text{WO}_3$ [9, вып. VII]	
Трикл. IV' $\rightarrow$ трикл.	$-45 \pm 5$
Трикл. $\rightarrow$ монокл.	$18 \pm 2$
Монокл. $\rightarrow$ ромб. *139	$330 \pm 20$
Ромб. $\rightarrow$ тетр. I'' *140	$740 \pm 10$
Тетр. I'' $\rightarrow$ тетр. I' *141	$900 \pm 10$
Тетр. I' $\rightarrow$ тетр. I *142	$1220 \pm 20$
$\text{PbO}$ [9, вып. IV]	
Тетр. $\rightarrow$ ромб. *143	540
$\alpha$ (красный) $\rightarrow \beta$ (желтый) *144	475—583
$\text{PbO}_2$ [52]	
$\alpha \rightarrow \beta$ *145	50—230
$\text{Bi}_2\text{O}_3$ [9, вып. III]	
Монокл. $\rightarrow$ куб. *146	$730 \pm 5$
Тетр. (метастаб.) $\rightarrow$ монокл. *147	450
Куб. $\rightarrow$ тетр. (метастаб.) *147	650
Куб. $\rightarrow$ тетр. (метастаб.) *148	650
Тетр. (метастабильный) $\rightarrow$ монокл. *149	550—450
Монокл. ( $\alpha$ ) $\rightarrow$ куб. гранецентр. ( $\delta$ ) *150	725—730
Куб. гранецентр. ( $\delta$ ) $\rightarrow$ тетр. *151	$646 \pm 1$
Тетр. ( $\beta$ ) $\rightarrow$ монокл. ( $\alpha$ ) *152	620—605
Куб. гранецентр. ( $\delta$ ) $\rightarrow$ куб. объемноцентр. ( $\gamma$ ) *153	820—800
$\text{U}_2\text{O}_3$ [52]	
$\alpha \rightarrow \beta$	750
$\text{U}_3\text{O}_8$ [52]	
Ромб. $\rightarrow$ тригон.	400
$\text{Pu}_2\text{O}_3$ [171]	
Куб. (C) $\rightarrow$ гекс. (A)	1600



$\text{Am}_2\text{O}_3$  [171]

Куб. (C) → монокл. (B)  
Монокл. (B) → гекс. (A)

800  
950

 $\text{Cm}_2\text{O}_3$  [171]

Куб. (C) → монокл. (B)  
Монокл. (B) → гекс. (A)\*<sup>154</sup>  
Куб. (C) → монокл. (B)\*<sup>155</sup>

1000  
1600  
800—1300

 $\text{Bk}_2\text{O}_3$  [171]

Куб. (C) → монокл. (B)\*<sup>156</sup>  
Монокл. (B) → гекс. (A)

1200 ± 50  
> 1750

 $\text{Cf}_2\text{O}_3$  [171]

Куб. (C) → монокл. (B)\*<sup>157</sup>

1400

\*<sup>1</sup>  $p = (212,7)$ . \*<sup>2</sup>  $\Delta H = 0,167$ ,  $\Delta S = 0,712$ . \*<sup>3</sup>  $\Delta H = 0,921$ ,  $\Delta S = 3,852$ . \*<sup>4</sup>  $\Delta H = 0,754$ ,  $\Delta S = 3,140$ . \*<sup>5</sup>  $p = (207,4)$ ,  $\Delta H = 0,381$ ,  $\Delta S = 1,507$ . \*<sup>6</sup>  $p = (344,1)$ . \*<sup>7</sup>  $\Delta H = 1,273$ ,  $\Delta S = 5,108$ . \*<sup>8</sup>  $\Delta H = 1,206$ ,  $\Delta S = 4,857$ . \*<sup>9</sup>  $\Delta H = 0,067$ ,  $\Delta S = 0,251$ . \*<sup>10</sup>  $p = (346,0)$ ,  $\Delta H = 0,071$ ,  $\Delta S = 0,293$ . \*<sup>11</sup>  $p = 625,5$ ,  $\Delta H = 0,017$ ,  $\Delta S = 0,042$ . \*<sup>12</sup>  $p = (2196)$ ,  $\Delta H = 0$ . \*<sup>13</sup>  $p = (224,5)$ . \*<sup>14</sup>  $\Delta H = 0,306$ ,  $\Delta S = 1,256$ . \*<sup>15</sup>  $\Delta H = 0,825$ ,  $\Delta S = 3,391$ . \*<sup>16</sup>  $\Delta H = 0,519$ ,  $\Delta S = 2,135$ . \*<sup>17</sup>  $p = (347,1)$ . \*<sup>18</sup>  $\Delta H = 1,478$ ,  $\Delta S = 5,862$ . \*<sup>19</sup>  $\Delta H = 1,432$ ,  $\Delta S = 5,694$ . \*<sup>20</sup>  $\Delta H = 0,046$ ,  $\Delta S = 0,167$ . \*<sup>21</sup>  $p = (220,1)$ ,  $\Delta H = 0,322$ ,  $\Delta S = 1,256$ . \*<sup>22</sup>  $p = (348,6)$ ,  $\Delta H = 0,050$ ,  $\Delta S = 0,209$ . \*<sup>23</sup>  $p = (530,4)$ ,  $\Delta H = 0,008$ ,  $\Delta S = 0,042$ . \*<sup>24</sup>  $p = (628,1)$ ,  $\Delta H = 0,008$ ,  $\Delta S = 0,042$ . \*<sup>25</sup> Ширина температурного гистерезиса 10—24°С, результат не зависит от степени чистоты BeO в интервале 99,0—99,9% чистоты. \*<sup>26</sup>  $\Delta H = 5,8 \pm 1,05$ . \*<sup>27</sup>  $p = 3748 \cdot 10^{-6}$   $\Delta H = 0,6326 \pm 0,0033$ ,  $\Delta S = 10,279$ . \*<sup>28</sup>  $\Delta H = 0,09387 \pm 0,0004$ ,  $\Delta S = 3,936$ . \*<sup>29</sup>  $\Delta H = 0,7436 + 0,0021$ ,  $\Delta S = 16,990$ . \*<sup>30</sup> Модификации  $\gamma$ ,  $\gamma'$ ,  $\delta$ ,  $\xi$ ,  $\kappa$  низкотемпературные, при нагревании они необратимо превращаются в  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (корунд). \*<sup>31</sup>  $\Delta H = -32,66$  [90],  $\Delta H = -22,19$  [52]. \*<sup>32</sup>  $\Delta H = -11,30$ . \*<sup>33</sup>  $\Delta H = -15,07$ . \*<sup>34</sup> Превращение низкотемпературной разновидности той или иной модификации в высокотемпературную и обратно протекает быстро, тогда как превращение одной из трех главных модификаций в другую совершается довольно медленно [19]. \*<sup>35</sup>  $\Delta H = 0,628$ ,  $\Delta S = 0,754$ . \*<sup>36</sup>  $p = 3390$ . \*<sup>37</sup>  $\Delta H = 0,50$ ,  $\Delta S = 0,461$ . \*<sup>38</sup>  $p = (140)$ . \*<sup>39</sup>  $p = (243)$ . \*<sup>40</sup>  $\Delta H = 0,29$ ,  $\Delta S = 0,754$ . \*<sup>41</sup>  $\Delta H = 0,17$ ,  $\Delta S = 0,377$ . \*<sup>42</sup>  $\Delta H = 0,21$ ,  $\Delta S = 0,335$ . \*<sup>43</sup>  $\Delta H = 0,21$ ,  $\Delta S = 0,126$ . \*<sup>44</sup>  $\Delta H = 1,30$ ,  $\Delta S = 2,51$ . \*<sup>45</sup> Для кристаллита переход  $\alpha \rightarrow \beta$  обычно обнаруживается в интервале 220—272°С при нагревании и в интервале 238—198°С при охлаждении [81, т. 2]. \*<sup>46</sup> [67]. \*<sup>47</sup> [90]. \*<sup>48</sup> [81, т. 2]. \*<sup>49</sup>  $\Delta H = 1,63 \pm 0,17$ ,  $\Delta S = 2,30$ , кр. I → кр. I'. \*<sup>50</sup> Переход типа порядок — беспорядок. \*<sup>51</sup>  $\Delta H = 1,63 \pm 0,17$ ,  $\Delta S = 2,01$ . \*<sup>52</sup>  $K_1$  — твердый раствор на основе  $\alpha$ -Ti,  $K_2$  — TiO. \*<sup>53</sup>  $\Delta H = 3,43 \pm 1,26$ ,  $\Delta S = 2,72$ . \*<sup>54</sup> Переход типа полупроводник — полуметалл. \*<sup>55</sup>  $\Delta H = 0,151 \pm 0,008$ ,  $\Delta S = 0,335$ . \*<sup>56</sup>  $\Delta H = 9,38 \pm 0,84$ ,  $\Delta S = 20,93$ . \*<sup>57</sup>  $p = (1,06 \cdot 10^4)$  [9, в. VII]. \*<sup>58</sup> Превращение протекает быстро [19],  $\Delta H = 1,26$  [1, с. 166]. \*<sup>59</sup> Превращение протекает медленно [19]. \*<sup>60</sup>  $\Delta H = 5,19 \pm 0,80$  [31],  $\Delta H = 6,70 - 7,12$ , расчетные данные [32]. \*<sup>61</sup> [90]. \*<sup>62</sup> В присутствии примесей [52]. \*<sup>63</sup> В присутствии минерализаторов [90]. \*<sup>64</sup> Фазовый переход второго рода (типа диэлектрик — металл). \*<sup>65</sup> Фазовый переход первого рода, температура перехода по разным работам в пределах 150—175 К,  $\Delta H = 1,84 \pm 0,21$  вычислено в интервале 140—205 К. \*<sup>66</sup> Фазовый переход первого рода,  $p = (2030)$ . \*<sup>67</sup> То же,  $p = (2530)$ . \*<sup>68</sup> [9, вып. VII]. \*<sup>69</sup> [52]. \*<sup>70</sup>  $p = (4050)$ . \*<sup>71</sup> Фазовый переход типа полупроводник — металл. \*<sup>72</sup>  $\Delta H = 0,63 \pm 0,04$  вычислено в интервале 210—260 К. \*<sup>73</sup> Фазовый переход второго рода (типа полупроводник — металл). \*<sup>74</sup>  $\Delta H = 6,28 \pm 0,4$ ,  $\Delta S = 18,46$ . \*<sup>75</sup>  $\Delta H = 8,62$  [1]. \*<sup>76</sup>  $p = (1,62 \cdot 10^4)$ . \*<sup>77</sup> Точка Нееля (переход антиферромагнетик — парамагнетик). \*<sup>78</sup>  $p = (8610)$ . \*<sup>79</sup> Точка Нееля,  $\Delta H = 0,80 \pm 0,04$  вычислено в интервале 210—350 К. \*<sup>80</sup>  $p = (1520)$ , точка Нееля. \*<sup>81</sup> [90]. \*<sup>82</sup> Точ-

ка Кюри (переход ферромагнетик—антиферромагнетик).  $^{*83} p = (1,16 \cdot 10^4)$ .  $^{*84} \Delta H = 0,775 \pm 0,084$  вычислено в интервале 75—150 К.  $^{*85} p = (304)$ , точка Нееля.  $^{*86} p = (1,01 \cdot 10^4)$ .  $^{*87} \Delta H = 20,9 \pm 2,1$ ,  $\Delta S = 14,61$ .  $^{*88} \Delta H = 0,377 \pm 0,08$  вычислено в интервале 35—110 К.  $^{*89} \Delta H = 0,234 \pm 0,013$ .  $^{*90} \Delta H = 0,21 \pm 0,04$  вычислено в интервале 158—204 К.  $^{*91}$  Точка Нееля,  $\Delta H = 0,222 \pm 0,04$ .  $^{*92}$  Фазовый переход первого рода, связанный с упорядочением ионов  $\text{Fe}^{+2}$  и  $\text{Fe}^{+3}$  в октаэдрических узлах,  $\Delta H = 0,662$  вычислено в интервале 110—125 К.  $^{*93}$  1% катионных вакансий,  $\Delta H = 0,410$  вычислено в интервале 106—113 К.  $^{*94}$  2% катионных вакансий,  $\Delta H = 0,092$  вычислено в интервале 100—120 К.  $^{*95}$  Фазовый переход второго рода.  $^{*96}$  Точка Нееля,  $\Delta H = 3,22 \pm 0,42$ .  $^{*97} \Delta H = 0,306$  вычислено в интервале 240—298 К.  $^{*98}$  Моноклассическое превращение.  $^{*99} \Delta H = 21,14 \pm 2,5$ ,  $\Delta S = 15,99$ .  $^{*100}$  Очень медленное превращение.  $^{*101}$  В интервале от 130 до 150°С обе фазы регистрируются одновременно [54].  $^{*102}$  Вероятно, фазовые переходы второго рода, [144].  $^{*103} \Delta H = 17,53 \pm 1,26$ ,  $\Delta S = 4,77$ .  $^{*104} p = (3040)$ .  $^{*105} p = (8100)$ .  $^{*106} \Delta H = 13,0$ ,  $\Delta S = 4,94$ .  $^{*107} p = 5100$ .  $^{*108} p = (10100)$ .  $^{*109} \Delta H = 4,75$  [1, с. 167].  $^{*110} \Delta H = 5,95 \pm 0,42$  [1].  $^{*111} \Delta H = 2,9$ ,  $\Delta S = 2,76$ .  $^{*112} p = (2030)$ .  $^{*113} p = (6080)$ .  $^{*114}$  По Брауэру [1, с. 167].  $^{*115}$  По Гольдшмидту [1].  $^{*116}$  По Шеферу и Рою [1].  $^{*117} \Delta H = 226,1$ .  $^{*118} p = (6580)$ .  $^{*119} \Delta H = 1,88$ ,  $\Delta S = 2,700$ .  $^{*120} p = (1216 \cdot 10^{-6})$ ,  $\Delta H = 13,4$ ,  $\Delta S = 15,9$ .  $^{*121} \Delta H = -0,976 \pm 0,126$ , необратимый переход.  $^{*122}$  Предположительно.  $^{*123}$  При 400°С обнаруживаются кубическая (C) и моноклинная (B) формы, с 500 до 700°С — только моноклинная (B) форма, с 900 до 1300°С — только гексагональная форма (A) [99].  $^{*124}$  [137, 138, 156].  $^{*125}$  X — пока не идентифицированная фаза [137, 138], по [102] — высокотемпературная кубическая фаза.  $^{*126}$  [138, 77].  $^{*127}$  Необратимое превращение без промежуточной B-формы [154].  $^{*128}$  [113].  $^{*129}$  Погрешность при измерении температуры  $\pm 20^\circ\text{C}$ , все переходы (кроме C→B) обратимы.  $^{*130}$  Необратимое превращение [113].  $^{*131}$  [137, 138].  $^{*132}$  [19].  $^{*133}$  [137, 138].  $^{*134}$  [137, 138, 156].  $^{*135} p = (4050)$ .  $^{*136} p = (5070)$ .  $^{*137}$  Обратное превращение протекает с гистерезисом в интервале 1600—1500°С.  $^{*138}$  1/50  $\text{W}_{50}\text{O}_{148}$ .  $^{*139} \Delta H = 1,38 \pm 0,21$ ,  $\Delta S = 2,30$ .  $^{*140} \Delta H = 1,88 \pm 0,21$ ,  $\Delta S = 1,84$ .  $^{*141} \Delta H = 1,17 \pm 0,13$ .  $^{*142} \Delta H = 0,50 \pm 0,13$ .  $^{*143} \Delta H = 0,4$ ,  $\Delta S = 0,50$ .  $^{*144} \Delta H = 1,68$ , переход  $\alpha \rightarrow \beta$  замедленный [1].  $^{*145}$  При нагревании на воздухе, переход  $\alpha \rightarrow \beta$  происходит также при повышенном давлении и размалывании.  $^{*146} \Delta H = 41,4 \pm 2,1$ ,  $\Delta S = 41,28$ .  $^{*147}$  Необратимый переход.  $^{*148}$  При охлаждении ниже 730°С [52].  $^{*149}$  При охлаждении [52].  $^{*150}$  При нагревании, в образце 99,97% (по массе)  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\Delta H = 78,29$ ,  $\Delta S = 75,4$ , [98].  $^{*151}$  При охлаждении переход не зависит от состава газовой среды и температуры предварительного нагрева.  $^{*152}$  При охлаждении переход существенно зависит от вышеуказанных факторов.  $^{*153}$  При охлаждении, переходу  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  в  $\gamma$ -фазу способствует увеличение парциального давления кислорода и увеличение выдержки при указанной температуре,  $\gamma$ -фаза устойчива при нормальных условиях, снижение парциального давления кислорода и увеличение выдержки при 750°С расширяют интервал устойчивости  $\beta$ -фазы [98].  $^{*154}$  [171, 179].  $^{*155}$  A —  $\text{Sn}_2\text{O}_3$  стабильна до температуры плавления [179].  $^{*156}$   $\text{Bk}_2\text{O}_3 > 99,8\%$  (ат.).  $^{*157}$   $\text{Cf}_2\text{O}_3 > 99,8\%$  (ат.). Численные значения величин  $p$ ,  $\Delta H$  и  $\Delta S$  даны в единицах, указанных в начале параграфа.

**11. ЭНЕРГИЯ АТОМИЗАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ  
ОКИСЛОВ ПРИ О К**  
[1; 9, вып. I, III—VII; 185]

Оксид	Структура	Энергия атомизации $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Оксид	Структура	Энергия атомизации $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	1	2	3
H <sub>2</sub> O	Гекс.	965761 ± 142	CrO <sub>3</sub>	Ромб.	1733300
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Тетр.	1120928 ± 293	MnO	Гекс.	915682 ± 2596
D <sub>2</sub> O	Гекс.	983195 ± 172	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Ромб.	3218800 ± 6280
Li <sub>2</sub> O	Куб.	1168100	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	2260625 ± 4187
BeO	*1	418680	MnO <sub>2</sub>	Тетр.	1294324 ± 2261
	Гекс.	1165600	Fe <sub>0,947</sub> O	Куб.	906208 ± 2093
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	3122164 ± 25121	FeO	»	927782 ± 4605
Na <sub>2</sub> O	Куб.	977200	FeO <sub>1,056</sub>	»	956939 ± 4605
MgO	*2	221900	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Ромб.	3344395 ± 4187
	Куб.	1001100	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гекс.	2386983 ± 5024
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*3	343318	CoO	Тетр.	913388 ± 4187
	Гекс.	3059525 ± 8374	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Куб.	3142918 ± 15072
SiO <sub>2</sub>	α-корунд		NiO	»	911538 ± 2177
	α-кварц	1848489 ± 7955	Cu <sub>2</sub> O		1091846 ± 2847
	α-тридимит	1843113	CuO	Монокл.	738535 ± 1758
	α-кристо-балит	1845868 ± 7955	ZnO	Гекс.	724852 ± 377
	Козсит	1843381 ± 7955	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Монокл. (β)	2365366 ± 9211
	СТИШОВИТ	1797448 ± 7955	GeO <sub>2</sub>	Тетр.	1444923 ± 4605
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2546000		Гекс.	1421059 ± 4187
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	Гексаг.	6688061	As <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	Куб.*6	3956555 ± 26796
K <sub>2</sub> O	—	791300			
CaO	Куб.	1062200		Монокл.*7	3956513 ± 26796
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Куб.	3151000			
TiO	»	1241478			
TiO <sub>1,01</sub>	Монокл.	1248705	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	2723823 ± 13398
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	3193708	Rb <sub>2</sub> O	Куб.	743600
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	»	5092740	SrO	»	1003600
Ti <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Трикл.	6988167	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	3508500
Ti <sub>5</sub> O <sub>9</sub>	»	8878938	ZrO <sub>2</sub>	*8	351690
Ti <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	—	10768495		Монокл.	2188846
Ti <sub>7</sub> O <sub>13</sub>	Трикл.	12658680	NbO <sub>2</sub>	Тетр.	2005117
Ti <sub>8</sub> O <sub>15</sub>	»	14546102	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Монокл.	4563880 ± 8374
Ti <sub>9</sub> O <sub>17</sub>	»	16437334	MoO <sub>2</sub>	»	1733766 ± 3056
Ti <sub>10</sub> O <sub>19</sub>	—	18329483	MoO <sub>3</sub>	Ромб.	2136817 ± 29726
TiO <sub>2</sub>	Тетр.*4	1904764	Ag <sub>2</sub> O	Куб.	845750 ± 1675
	» *5	1899543	CdO	»	615878 ± 1256
VO	Куб.	1187829 ± 6280	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	»	2152850
VO <sub>1,24</sub>	»	1338708 ± 7118	SnO	Тетр.	833395 ± 2596
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Монокл.	2979507 ± 8792	SnO <sub>2</sub>	Тетр.	1371219 ± 3856
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Трикл.	6428237 ± 17585	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1956100
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Монокл.	3429492 ± 10048	Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	—	2422884 ± 8374
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	3801941 ± 12560	Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ромб.	3963464 ± 15072
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гекс.	2667540 ± 8374	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Куб.	2765859

1	2	3	1	2	3
Cs <sub>2</sub> O	Гекс.	723500	WO <sub>3</sub>	Трикл.	2434674 ± 4187
BaO	—	981000	ReO <sub>3</sub>	Тетр.	2136500
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3383800	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Ромб.	4541497 ± 15070
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3280800	OsO <sub>2</sub>	Тетр.	1428100
CeO <sub>2</sub>	Куб.	1943900	IrO <sub>2</sub>	»	1352800
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3290000	HgO	Ромб.	397893
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3200400	Tb <sub>2</sub> O	—	1035000
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2983500	PbO	Красный	660221 ± 1047
HfO <sub>2</sub>	Монокл.	2227625		Желтый	658680 ± 1089
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ромб.	4845652 ± 5862	PbO <sub>2</sub>	Тетр.	962005 ± 1507
WO <sub>2</sub>	Монокл.	1935110 ± 4187	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	»	2291385 ± 3140
WO <sub>2,72</sub>	»	2298725	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Монокл.	1723710 ± 5862
WO <sub>2,90</sub>	»	2385773	ThO <sub>2</sub>	*9	464735
WO <sub>2,96</sub>	»	2415193 ± 9211	UO <sub>2</sub>	—	2074140
			UO <sub>3</sub>	—	2461000

$$*^1 \text{ BeO (т) = Be (ж) + } \frac{1}{2} \text{ O}_2 \text{ (г). } *^2 \text{ MgO (т) = Mg (г) + } \frac{1}{2} \text{ O}_2 \text{ (г).}$$

$$*^3 \frac{1}{3} \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ (т) = } \frac{2}{3} \text{ Al (ж) + } \frac{1}{2} \text{ O}_2 \text{ (г). } *^4 \text{ Рутил. } *^5 \text{ Анатаз. } *^6 \text{ Арсенолит. } *^7 \text{ Кла-}$$

$$\text{уднит. } *^8 \frac{1}{2} \text{ ZrO}_2 \text{ (т) = } \frac{1}{2} \text{ Zr (т) + } \frac{1}{2} \text{ O}_2 \text{ (г). } *^9 \frac{1}{2} \text{ ThO}_2 \text{ (т) = } \frac{1}{2} \text{ Th (т) + } \frac{1}{2} \text{ O}_2 \text{ (г).}$$

## 12. ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ [1, 36]

Оксид	Энергия кристаллической решетки W, кДж/моль	Оксид	Энергия кристаллической решетки W, кДж/моль	Оксид	Энергия кристаллической решетки W, кДж/моль
Li <sub>2</sub> O	2901,45	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15186	ZrO <sub>2</sub>	11195,50
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2593,30	MnO	3876,98	MoO <sub>3</sub>	12363,62
LiO <sub>2</sub>	879,2 ± 41,9	MnO <sub>2</sub>	13067,00	Ag <sub>2</sub> O	3056,36
BeO	4521,72 ÷ 4601,29	FeO	4036,08	CdO	3876,98
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18254,45	CoO	4036,08	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14528,20
Na <sub>2</sub> O	2579,07	NiO	4044,45	SnO	3696,94
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2310,28	Cu <sub>2</sub> O	3324,32	SnO <sub>2</sub>	11867,02
NaO <sub>2</sub>	799,26	CuO	3872,79	Cs <sub>2</sub> O	2239,94
MgO	3935,59	ZnO	4107,25	Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1948,96
	3893,72* <sup>1</sup>	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15608,39	CsO <sub>2</sub>	679,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15520,47		15185,52	BaO	3127,54
SiO <sub>2</sub>	13134,00	GeO <sub>2</sub>	12836,73		3081,49* <sup>1</sup>
K <sub>2</sub> O	2327,86	Rb <sub>2</sub> O	2294,37	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12585,52
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2115,59	RbO	3567,15	CeO <sub>3</sub>	10621,91
KO <sub>2</sub>	741,48	Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2026,4	HgO* <sup>2</sup>	3981,65
CaO	3571,34	RbO <sub>2</sub>	706,31	Tl <sub>2</sub> O	2704,67
	3479,23* <sup>1</sup>	SrO	3311,76	PbO	3567,15
TiO <sub>2</sub>	12158,47		3257,33* <sup>1</sup>	PbO <sub>2</sub>	11748,16

\*<sup>1</sup> При 25° С. \*<sup>2</sup> Красный.

### 13. ТЕПЛОТА РАЗЛОЖЕНИЯ [1]

(Теплоты разложения относятся к образованию 1 моля кислорода и твердой фазы в низшем состоянии окисления)

Оксид	Теплота разложения, кДж	Оксид	Теплота разложения, кДж	Оксид	Теплота разложения, кДж
$\text{Li}_2\text{O}$	1194,1	$\text{Mn}_2\text{O}_3(\alpha)$	212,7* <sup>13</sup>	$\text{SnO}$	572,8
$\text{Li}_2\text{O}_2(\alpha)$	77,5	$\text{MnO}_2(\alpha)$	160,8* <sup>14</sup>	$\text{SnO}_2(\alpha)$	580,7
$\text{BeO}$	1198,3	$\text{Mn}_2\text{O}_7$	-207,25	$\text{Sb}_2\text{O}_3(\alpha)$	465,6* <sup>21</sup>
$\text{Na}_2\text{O}$	843,2	$\text{FeO}$	529,6* <sup>15</sup>	$\text{Sb}_2\text{O}_3(\beta)$	460,5* <sup>22</sup>
$\text{Na}_2\text{O}_2$	186,7	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	605,0	$\text{SbO}_2(\alpha)$	209,3
$\text{NaO}_2$	8,4	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\alpha)$	461,4* <sup>16</sup>	$\text{Cs}_2\text{O}$	636,4
$\text{MgO}$	1203,3	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\gamma)$	457,6	$\text{Cs}_2\text{O}_2$	318,2
$\text{Al}_2\text{O}_3(\alpha)$	1117,0	$\text{CoO}$	478,1* <sup>17</sup>	$\text{Cs}_2\text{O}_3$	175,8
$\text{Al}_2\text{O}_3(\gamma)$	1059,7	$\text{NiO}$	481,5* <sup>18</sup>	$\text{CsO}_2$	142,4
$\text{SiO}$	(833,2)	$\text{Cu}_2\text{O}$	334,9	$\text{BaO}$	1136,9* <sup>23</sup>
$\text{SiO}_2$	880,1* <sup>1</sup>	$\text{CuO}$	286,4	$\text{BaO}_2$	163,3
	879,2* <sup>2</sup>	$\text{ZnO}$	698,4	$\text{La}_2\text{O}_3$	1244,7
	876,3* <sup>3</sup>	$\text{Ga}_2\text{O}$	686,6	$\text{CeO}_2$	(523,4)
	875,5* <sup>4</sup>	$\text{Ga}_2\text{O}_3(\beta)$	734,8	$\text{Ta}_2\text{O}_5$	818,9* <sup>24</sup>
$\text{K}_2\text{O}$	723,5	$\text{GeO}_2(\beta)$	540,1	$\text{WO}_2$	589,9
$\text{K}_2\text{O}_2$	173,3	$\text{Rb}_2\text{O}$	660,7	$\text{WO}_3(\alpha)$	561,5
$\text{KO}_2(\alpha)$	117,2	$\text{Rb}_2\text{O}_2$	192,6	$\text{ReO}_2$	425,0
$\text{CaO}$	1268,6	$\text{Rb}_2\text{O}_3$	129,8	$\text{ReO}_3$	372,6
$\text{CaO}_2$	50,2	$\text{RbO}_2$	83,7	$\text{Re}_2\text{O}_7$	39,8
$\text{Sc}_2\text{O}_3$	(1214,2)	$\text{SrO}$	1180,7	$\text{OsO}_2$	257,5
$\text{TiO}(\alpha)$	1037,5* <sup>5</sup>	$\text{SrO}_2$	100,5	$\text{OsO}_4$	195,9* <sup>25</sup>
$\text{TiO}(\beta)$	1036,8* <sup>6</sup>	$\text{Y}_2\text{O}_3$	1271,1	$\text{IrO}_2$	221,9
$\text{Ti}_2\text{O}_3(\alpha)$	963,8	$\text{ZrO}_2(\alpha)$	1086,5	$\text{HgO}$	180,9* <sup>26</sup>
$\text{Ti}_2\text{O}_3(\beta)$	971,3	$\text{NbO}$	(816,4)	$\text{Tl}_2\text{O}$	355,9
$\text{Ti}_3\text{O}_5(\beta)$	782,9	$\text{NbO}_2$	782,9	$\text{Tl}_2\text{O}_3$	175,8
$\text{TiO}_{1,91-2,0}$	737,7* <sup>7</sup>	$\text{Nb}_2\text{O}_5$	614,6* <sup>19</sup>	$\text{PbO}(\alpha)$	438,8* <sup>26</sup>
$\text{VO}$	854,1* <sup>8</sup>	$\text{MoO}_2$	588,7	$\text{PbO}(\beta)$	441,7* <sup>25</sup>
$\text{V}_2\text{O}_3$	753,6	$\text{Mo}_2\text{O}_{11}$	311,5	$\text{Pb}_3\text{O}_4$	154,1* <sup>27</sup>
$\text{VO}_2(\alpha)$	401,9	$\text{MoO}_3$	324,9	$\text{Pb}_2\text{O}_3(\alpha)$	95,0
$\text{VO}_2(\beta)$	385,2	$\text{RuO}_2$	439,6	$\text{PbO}_2$	100,5* <sup>28</sup>
$\text{V}_2\text{O}_5$	251,2* <sup>9</sup>	$\text{RuO}_4$	0,0	$\text{Bi}_2\text{O}_3(\alpha)$	385,2
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	753,6* <sup>10</sup>	$\text{RhO}$	181,7	$\text{ThO}_2$	1227,6
$\text{CrO}_2$	75,4	$\text{Rh}_2\text{O}_3$	208,5	$\text{UO}_2$	1084,4
$\text{CrO}_3$	-6,28	$\text{PdO}$	182,1	$\text{U}_4\text{O}_9$	351,7
$\text{MnO}$	770,4* <sup>11</sup>	$\text{Ag}_2\text{O}$	61,1	$\text{U}_3\text{O}_8$	305,6
$\text{Mn}_3\text{O}_4(\alpha)$	463,9* <sup>12</sup>	$\text{CdO}$	511,6* <sup>20</sup>	$\text{UO}_3$	233,6
$\text{Mn}_3\text{O}_4(\beta)$	422,0	$\text{In}_2\text{O}_3$	620,9		

Примечания: \*<sup>1</sup> α-Кварц. \*<sup>2</sup> β-Кварц. \*<sup>3</sup> β-Кристаллит. \*<sup>4</sup> β-Тридимит  
<sup>5</sup>  $\text{TiO}$  0,95—1,25. \*<sup>6</sup>  $\text{TiO}$  0,8—1,23. \*<sup>7</sup> Рутил. \*<sup>8</sup>  $\text{VO}$  0,9—1,1. \*<sup>9</sup>  $\text{VO}$  2,495—2,50. \*<sup>10</sup> ..  
 $\text{CrO}$  1,5—1,54. \*<sup>11</sup>  $\text{MnO}$  1,0—1,12. \*<sup>12</sup>  $\text{MnO}$  1,33—1,41. \*<sup>13</sup>  $\text{MnO}$  1,50—1,6. \*<sup>14</sup>  $\text{MnO}$  1,96—2,0  
<sup>15</sup>  $\text{FeO}$  1,055—1,19. \*<sup>16</sup> Гематит. \*<sup>17</sup>  $\text{CoO}$  1,0017. \*<sup>18</sup>  $\text{NiO}$  1,005. \*<sup>19</sup>  $\text{NbO}$  2,43—2,50.  
<sup>20</sup>  $\text{CdO}$  0,999—1,000. \*<sup>21</sup> Сенармонтит. \*<sup>22</sup> Валентинит. \*<sup>23</sup>  $\text{BaO}$  0,997—1,00.  
<sup>24</sup>  $\text{TaO}$  2,35—2,50. \*<sup>25</sup> Желтый. \*<sup>26</sup> Красный. \*<sup>27</sup>  $\text{PbO}$  1,33—1,57. \*<sup>28</sup>  $\text{PbO}$  1,87—2,0.

# 14. ЭНЕРГИЯ РАЗРЫВА ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

(энергия, теплота диссоциации газообразных окислов)

[1; 9, вып. I—VII; 47; 66; 79; т. 1; 81, т. 5; 101; 156; 195; 197]

Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O=OH+H H <sub>2</sub> O=2H+O	490690±4190 918350±140	495720 —
HO	HO=O+H	424370±1260	428480
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2OH H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =HO <sub>2</sub> +H H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2H+2O	197200 369280 1056170±356	203900±10470 374720 —
HO <sub>2</sub>	HO <sub>2</sub> =H+O <sub>2</sub> HO <sub>2</sub> =OH+O HO <sub>2</sub> =H+2O	~204320 266280±8370 686618±8374	~209340 271720 —
D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O=OD+D D <sub>2</sub> O=2D+O	502840±1260 933229±172	508280 —
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2DO D <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2D+2O D <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =DO <sub>2</sub> +D	211430±1260 1071972±376 —	218130 — 387280±20900
DO	DO=D+O	431240±1260	434260
DO <sub>2</sub>	DO <sub>2</sub> =D+O <sub>2</sub> DO <sub>2</sub> =D+2O	— 694163±8370	200970±20930 —
T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> O=OT+T T <sub>2</sub> O=2T+O	505200±1260 939800±250	512050 —
TO	TO=T+O	433330±1260	436680
TO <sub>2</sub>	TO <sub>2</sub> =T+2O	715516±8374	—
HDO	HDO=H+D+O	925630±167	—
HTO	HTO=H+T+O	928700±250	—
DTO	DTO=D+T+O	936470±250	—
HDO <sub>2</sub>	HDO <sub>2</sub> =H+D+2O	1064090±390	—
Li <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O=LiO+Li Li <sub>2</sub> O=2Li+O	282600 696680±12560	286380 —
LiO	LiO=Li+O LiO=Li+O	326570±20934 (373000±30000)	330760 —
BeO	BeO=Be+O	445480±12560	449660
(BeO) <sub>2</sub>	(BeO) <sub>2</sub> =2BeO	665700±50240	—
(BeO) <sub>3</sub>	(BeO) <sub>3</sub> =(BeO) <sub>2</sub> +BeO	745250±62800	—
(BeO) <sub>4</sub>	(BeO) <sub>4</sub> =(BeO) <sub>3</sub> +BeO	640580±62800	—
(BeO) <sub>5</sub>	(BeO) <sub>5</sub> =(BeO) <sub>4</sub> +BeO	640580±83740	—
(BeO) <sub>6</sub>	(BeO) <sub>6</sub> =(BeO) <sub>5</sub> +BeO	669900±104670	—
BO	BO=B+O BO=B+O BO=B+O	793400 800520±9630 —	— — 774560
B <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2BO B <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =BO <sub>2</sub> +B B <sub>2</sub> O <sub>2</sub> =2B+2O	498230±83740 728500±29300 2065244±26380	502420 732690 —
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =B <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +O B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =BO+BO <sub>2</sub>	653140±25120 611270±29300	661510 619650

Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
$\text{BO}_2$	$\text{B}_2\text{O}_3 = 2\text{B} + 3\text{O}$ $\text{BO}_2 = \text{BO} + \text{O}$ $\text{BO}_2 = \text{B} + 2\text{O}$	2695114± 540097±41868 1344630±24500	— 544284 —
$\text{C}_2\text{O}$	$\text{C}_2\text{O} = 2\text{C} + \text{O}$	1381389±12560	—
$\text{C}_3\text{O}_2$	$\text{C}_3\text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{C}_2$ $\text{C}_3\text{O}_2 = 3\text{C} + 2\text{O}$	— 2659600±20934	167470 —
$\text{CO}$	$\text{CO} = \text{C} + \text{O}$	1070900±1930	1075550
$\text{CO}_2$	$\text{CO}_2 = \text{CO} + \text{O}$ $\text{CO}_2 = \text{C} + 2\text{O}$	526490±167 1597386±126	532560 1607730
$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2\text{O} = \text{NO} + \text{N}$	476000±4190	481900
$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2\text{O} = 2\text{N} + \text{O}$ $\text{N}_2\text{O} = \text{N}_2 + \text{O}$	1103790±628 162030	— 167472±5020
$\text{NO}$	$\text{NO} = \text{N} + \text{O}$ $\text{NO} = \text{N} + \text{O}$	628200±4190 628317±377	632200 —
$\text{N}_2\text{O}_2$	$\text{N}_2\text{O}_2 = 2\text{NO}$ $\text{N}_2\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O} + \text{O}$	— —	16116 162440
$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{N}_2\text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{NO}$ $\text{N}_2\text{O}_3 = \text{N}_2\text{O}_2 + \text{O}$ $\text{N}_2\text{O}_3 = 2\text{N} + 3\text{O}$	36430±419 — 1592927±1256	41030 335363 —
$\text{NO}_2$	$\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}$ $\text{NO}_2 = \text{N} + 2\text{O}$	300600±6280 928800±837	306474 937840±419
$\text{N}_2\text{O}_4$	$\text{N}_2\text{O}_4 = \text{N}_2\text{O}_3 + \text{O}$ $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$ $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{N} + 4\text{O}$	— 53465 1911048±1675	322400±12560 57315±209 —
$\text{N}_2\text{O}_5$	$\text{N}_2\text{O}_5 = \text{NO}_3 + \text{NO}_2$ $\text{N}_2\text{O}_5 = \text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}$ $\text{N}_2\text{O}_5 = 2\text{N} + 5\text{O}$	— — 2155813±2093	90020 246180±8400 —
$\text{NO}_3$	$\text{NO}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}$ $\text{NO}_3 = \text{N} + 3\text{O}$	— 1134464±20930	213530±6280 —
$\text{O}_2$	$\text{O}_2 = 2\text{O}$	493920±209	498730
$\text{O}_3$	$\text{O}_3 = \text{O}_2 + \text{O}$ $\text{O}_3 = \text{O} + 2\text{O}$ $\text{O}_3 = 3\text{O}$	100060±2090 — 595857±2135	105090 607090±4190 —
$\text{O}_4$	$\text{O}_4 = 4\text{O}$	988379±963	—
$\text{F}_2\text{O}$	$\text{F}_2\text{O} = 2\text{F} + \text{O}$	374470±8790	—
$\text{FO}$	$\text{FO} = \text{F} + \text{O}$	188400	188830
$\text{F}_2\text{O}_2$	$\text{F}_2\text{O}_2 = 2\text{FO}$ $\text{F}_2\text{O}_2 = \text{F}_2\text{O} + \text{O}$	— —	260840±83740 284700±12560
$\text{F}_2\text{O}_3$	$\text{F}_2\text{O}_3 = \text{F}_2\text{O}_2 + \text{O}$	—	243353
$\text{FO}_2$	$\text{FO}_2 = \text{FO} + \text{O}$ $\text{FO}_2 = \text{F} + 2\text{O}$	181700±41870 —	186300 < (418680)
$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O} = \text{NaO} + \text{Na}$	—	> 263770
$\text{NaO}$	$\text{NaO} = \text{Na} + \text{O}$	(280000±25000)	—
$\text{NaO}_2$	$\text{NaO}_2 = \text{Na} + 2\text{O}$	—	669900±41860
$\text{MgO}$	$\text{MgO} = \text{Mg} + \text{O}$ $\text{MgO} = \text{Mg} + \text{O}$	360070±20934 422870±8370	— 427050



Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
$Al_2O$	$Al_2O = 2Al + O$	1027215	—
	$Al_2O = AlO + Al$	$544280 \pm 41870$	548470
$AlO$	$AlO = Al + O$	484237	—
	$AlO = Al + O$	—	485670
$Al_2O_2$	$Al_2O_2 = 2AlO$	$565200 \pm 62800$	—
	$Al_2O_2 = Al_2O + O$	$502400 \pm 62800$	—
	$Al_2O_2 = 2Al + 2O$	1528200	—
$Al_2O_3$	$Al_2O_3 = Al_2O_2 + O$	$682450 \pm 104670$	—
	$Al_2O_3 = 2Al + 3O$	2210600	—
$SiO$	$SiO = Si + O$	$799410 \pm 8790$	—
	$SiO = Si + O$	—	808890
$SiO_2$	$SiO_2 = SiO + O$	$464700 \pm 20900$	468900
	$SiO_2 = Si + 2O$	$1267700 \pm 29700$	—
$PO$	$PO = P + O$	510790	—
	$PO = P + O$	$592400 \pm 2500$	595780
	$PO = P + O$	$590340 \pm 8400$	—
$P_4O_6$	$P_4O_6 = 4P + 6O$	4315670	—
$PO_2$	$PO_2 = PO + O$	—	607100
	$PO_2 = P + 2O$	—	$(1130400 \pm 104700)$
$P_4O_8$	$P_4O_8 = 4P + 8O$	$5617128 \pm 25100$	—
$P_4O_{10}$	$P_4O_{10} = 4P + 10O$	$6594620 \pm 6280$	—
$S_2O$	$S_2O = 2S + O$	$895480 \pm 5020$	—
	$S_2O = SO + S$	$378490 \pm 4190$	382700
	$S_2O = S_2 + O$	$483580 \pm 4190$	486900
$SO$	$SO = S + O$	$517360 \pm 209$	522050
$SO_2$	$SO_2 = SO + O$	$541940 \pm 1260$	546880
	$SO_2 = S + 2O$	$1059290 \pm 1260$	$1073900 \pm 4190$
$SO_3$	$SO_3 = SO_2 + O$	$342060 \pm 628$	347500
	$SO_3 = S + 3O$	$1402080 \pm 1260$	—
$Cl_2O$	$Cl_2O = ClO + Cl$	142770	146540
	$Cl_2O = 2Cl + O$	407598	—
$ClO$	$ClO = Cl + O$	$265190 \pm 126$	269340
$ClO_2$	$ClO_2 = ClO + O$	$241160 \pm 6280$	245770
	$ClO_2 = Cl + 2O$	$506470 \pm 6280$	$516230 \pm 8370$
	$ClO_2 = Cl + O_2$	15072	19260
$ClO_3$	$ClO_3 = ClO_2 + O$	—	199290
$Cl_2O_6$	$Cl_2O_6 = 2ClO_3$	—	$7120 \pm 2090$
$KO$	$KO = K + O$	$(299000 \pm 25000)$	—
$CaO$	$CaO = Ca + O$	$481480 \pm 16747$	485670
	$CaO = Ca + O$	$489860 \pm 20900$	—
	$CaO = Ca + O$	$381000 \pm 6280$	—
$Sc_2O$	$Sc_2O = 2Sc + O$	$1025800 \pm 46000$	—
$ScO$	$ScO = Sc + O$	$692080 \pm 14656$	—
	$ScO = Sc + O$	$673656 \pm 14650$	—
$TiO$	$TiO = Ti + O$	$661500 \pm 8370$	—



Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
TiO <sub>2</sub>	TiO=Ti+O	653140±25120	657330
	TiO=Ti+O	602900±20930	—
	TiO <sub>2</sub> =TiO+O	—	644800±33500
	TiO <sub>2</sub> =Ti+2O	1297900	—
	TiO <sub>2</sub> =Ti+2O	—	1318850±20900
	TiO <sub>2</sub> =Ti+2O	1260230±20934	—
VO	TiO <sub>2</sub> =Ti+2O	1197400±41870	—
	VO=V+O	607090±41870	—
	VO=V+O	617560±20930	622160
VO <sub>2</sub>	VO <sub>2</sub> =VO+O	615460±29300	—
	VO <sub>2</sub> =V+2O	—	1247670±41870
	VO <sub>2</sub> =V+2O	1235100±20930	—
CrO	CrO=Cr+O	423290±29310	427050
	CrO=Cr+O	452170±29310	—
CrO <sub>2</sub>	CrO <sub>2</sub> =CrO+O	527540	—
	CrO <sub>2</sub> =Cr+2O	—	(963000±62800)
	CrO <sub>2</sub> =Cr+2O	950400±62800	—
CrO <sub>3</sub>	CrO <sub>3</sub> =CrO <sub>2</sub> +O	476900	—
	CrO <sub>3</sub> =Cr+3O	1427700±83700	—
MnO	MnO=Mn+O	401930±12560	406100
	MnO=Mn+O	406120±12560	—
MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub> =Mn+2O	—	(921100±104670)
FeO	FeO=Fe+O	410300±41870	414490
	FeO=Fe+O	406120±12560	—
	FeO=Fe+O	395200±10500	—
CoO	CoO=Co+O	364250±20930	—
	CoO=Co+O	408200	—
NiO	NiO=Ni+O	406119	410306
	NiO=Ni+O	360070±20930	—
CuO	CuO=Cu+O	334900	339131
	CuO=Cu+O	263800±41870	—
ZnO	ZnO=Zn+O	<385190	—
	ZnO=Zn+O	—	≤276330
Ga <sub>2</sub> O	Ga <sub>2</sub> O=2Ga+O	873685±10470	—
GaO	GaO=Ga+O	376800±16750	—
	GaO=Ga+O	347500	351691
	GaO=Ga+O	309800±25120	—
GeO	GeO=Ge+O	653980±7960	—
	GeO=Ge+O	—	669890
GeO <sub>2</sub>	GeO <sub>2</sub> =GeO+O	330760±50240	—
	GeO <sub>2</sub> =Ge+2O	996460	—
AsO	AsO=As+O	477300±16750	—
	AsO=As+O	481500	—
SeO	SeO=Se+O	418680±83700	—
SeO <sub>2</sub>	SeO <sub>2</sub> =Se+2O	—	849920±20900

Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
BrO	$\text{SeO}_2 = \text{Se} + 2\text{O}$	$844650 \pm 12560$	—
BrO <sub>2</sub>	$\text{BrO} = \text{Br} + \text{O}$	$231530 \pm 2512$	235300
RbO	$\text{BrO}_2 = \text{BrO} + \text{O}$	—	$\geq 293080$
SrO	$\text{RbO} = \text{Rb} + \text{O}$	$294000 \pm 25000$	—
Y <sub>2</sub> O	$\text{SrO} = \text{Sr} + \text{O}$	$397750 \pm 6280$	—
YO	$\text{SrO} = \text{Sr} + \text{O}$	$468900 \pm 8370$	472690
Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$\text{Y}_2\text{O} = 2\text{Y} + \text{O}$	$1080200 \pm 33500$	—
ZrO	$\text{YO} = \text{Y} + \text{O}$	$717200 \pm 5000$	—
ZrO <sub>2</sub>	$\text{YO} = \text{Y} + \text{O}$	$705890 \pm 11720$	—
	$\text{Y}_2\text{O}_2 = 2\text{Y} + 2\text{O}$	$1863130 \pm 50200$	—
	$\text{ZrO} = \text{Zr} + \text{O}$	$753600 \pm 41870$	—
	$\text{ZrO} = \text{Zr} + \text{O}$	$757800 \pm 33500$	762000
	$\text{ZrO}_2 = \text{Zr} + 2\text{O}$	$1449400 \pm 33500$	$1452800 \pm 20900$
	$\text{ZrO}_2 = \text{Zr} + 2\text{O}$	$1386100 \pm 21800$	—
	$\text{ZrO}_2 = \text{ZrO} + \text{O}$	$690800 \pm 37680$	695000
NbO	$\text{NbO} = \text{Nb} + \text{O}$	$766200 \pm 41870$	—
NbO <sub>2</sub>	$\text{NbO}_2 = \text{Nb} + 2\text{O}$	$1423500 \pm 20900$	—
MoO	$\text{NbO}_2 = \text{Nb} + 2\text{O}$	—	$(1339800 \pm 104700)$
MoO <sub>2</sub>	$\text{MoO} = \text{Mo} + \text{O}$	$502400 \pm 41870$	—
	$\text{MoO} = \text{Mo} + \text{O}$	$485670 \pm 62800$	489860
	$\text{MoO}_2 = \text{Mo} + 2\text{O}$	—	$1180680 \pm 20900$
	$\text{MoO}_2 = \text{MoO} + \text{O}$	$611270 \pm 62800$	—
	$\text{MoO}_3 = \text{MoO}_2 + \text{O}$	$623800 \pm 41870$	—
	$\text{MoO}_3 = \text{Mo} + 3\text{O}$	1754947	—
TcO <sub>2</sub>	$\text{TcO}_2 = \text{Tc} + 2\text{O}$	—	$(1067600 \pm 62800)$
RuO	$\text{RuO} = \text{Ru} + \text{O}$	$489860 \pm 41870$	—
RuO <sub>2</sub>	$\text{RuO}_2 = \text{Ru} + 2\text{O}$	—	$(262960 \pm 62800)$
	$\text{RuO}_2 = \text{Ru} + 2\text{O}$	$977900 \pm 41870$	—
	$\text{RuO}_4 = \text{Ru} + 4\text{O}$	$1821480 \pm 7960$	—
RhO	$\text{RhO} = \text{Rh} + \text{O}$	$392240 \pm 62800$	—
RhO <sub>2</sub>	$\text{RhO}_2 = \text{Rh} + 2\text{O}$	—	$862480 \pm 20930$
PdO	$\text{PdO} = \text{Pd} + \text{O}$	$280500 \pm 29300$	—
PdO <sub>2</sub>	$\text{PdO}_2 = \text{Pd} + 2\text{O}$	—	$< 653140$
AgO	$\text{AgO} = \text{Ag} + \text{O}$	$238650 \pm 41870$	—
CdO	$\text{CdO} = \text{Cd} + \text{O}$	276330	—
	$\text{CdO} = \text{Cd} + \text{O}$	$< 368440$	372630
In <sub>2</sub> O	$\text{In}_2\text{O} = 2\text{In} + \text{O}$	$774560 \pm 29300$	—
InO	$\text{InO} = \text{In} + \text{O}$	318200	—
	$\text{InO} = \text{In} + \text{O}$	314010	318200
SnO	$\text{SnO} = \text{Sn} + \text{O}$	$526700 \pm 8370$	—
SbO	$\text{SbO} = \text{Sb} + \text{O}$	$410300 \pm 83700$	—
TeO	$\text{TeO} = \text{Te} + \text{O}$	$263140 \pm 420$	—
TeO <sub>2</sub>	$\text{TeO}_2 = \text{Te} + 2\text{O}$	—	$908540 \pm 29300$
	$\text{TeO}_2 = \text{Te} + 2\text{O}$	$486983 \pm 12140$	—
IO	$\text{IO} = \text{I} + \text{O}$	$184220 \pm 20930$	188400

Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при 0 К $D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации 298,15 К $D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
XeO	$\text{XeO} = \text{Xe} + \text{O}$	(32347)	—
CsO	$\text{CsO} = \text{Cs} + \text{O}$	$307000 \pm 25000$	—
Ba <sub>2</sub> O	$\text{Ba}_2\text{O} = \text{BaO} + \text{Ba}$	—	$389370 \pm 71180$ }
	$\text{Ba}_2\text{O} = 2\text{Ba} + \text{O}$	963000	—
BaO	$\text{BaO} = \text{Ba} + \text{O}$	$561000 \pm 20900$	—
	$\text{BaO} = \text{Ba} + \text{O}$	$573590 \pm 8370$	577780
	$\text{BaO} = \text{Ba} + \text{O}$	$481480 \pm 9630$	—
Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$\text{Ba}_2\text{O}_2 = 2\text{BaO}$	—	$372625 \pm 46055$
La <sub>2</sub> O	$\text{La}_2\text{O} = \text{La} + \text{LaO}$	$314000 \pm 29300$	—
	$\text{La}_2\text{O} = 2\text{La} + \text{O}$	$1113700 \pm 33500$	—
LaO	$\text{LaO} = \text{La} + \text{O}$	805960	—
	$\text{LaO} = \text{La} + \text{O}$	$799680 \pm 10470$	—
La <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$\text{La}_2\text{O}_2 = 2\text{LaO}$	$360100 \pm 41900$	—
	$\text{La}_2\text{O}_2 = 2\text{La} + 2\text{O}$	$1959400 \pm 46000$	—
CeO	$\text{CeO} = \text{Ce} + \text{O}$	810150	—
	$\text{CeO} = \text{Ce} + \text{O}$	$774560 \pm 20930$	—
Ce <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$\text{Ce}_2\text{O}_2 = 2\text{CeO}$	—	$1984540 \pm 62800$
CeO <sub>2</sub>	$\text{CeO}_2 = \text{CeO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$	—	$1465380 \pm 62800$
PrO	$\text{PrO} = \text{Pr} + \text{O}$	$715940 \pm 29300$	—
	$\text{PrO} = \text{Pr} + \text{O}$	762000	—
NdO	$\text{NdO} = \text{Nd} + \text{O}$	713000	—
	$\text{NdO} = \text{Nd} + \text{O}$	$690820 \pm 25120$	—
SmO	$\text{SmO} = \text{Sm} + \text{O}$	596200	—
EuO	$\text{EuO} = \text{Eu} + \text{O}$	560600	—
GdO	$\text{GdO} = \text{Gd} + \text{O}$	724300	—
TbO	$\text{TbO} = \text{Tb} + \text{O}$	720100	—
DyO	$\text{DyO} = \text{Dy} + \text{O}$	$629700 \pm 2500$	—
HoO	$\text{HoO} = \text{Ho} + \text{O}$	639300	—
ErO	$\text{ErO} = \text{Er} + \text{O}$	$634700 \pm 3350$	—
TuO	$\text{TuO} = \text{Tu} + \text{O}$	$582800 \pm 2900$	—
YbO	$\text{YbO} = \text{Yb} + \text{O}$	$370000 \pm 3350$	—
LuO	$\text{LuO} = \text{Lu} + \text{O}$	699200	—
HfO	$\text{HfO} = \text{Hf} + \text{O}$	$745250 \pm 41870$	—
HfO <sub>2</sub>	$\text{HfO}_2 = \text{Hf} + 2\text{O}$	—	$(1507250 \pm 83700)$
	$\text{HfO}_2 = \text{Hf} + 2\text{O}$	$1335950 \pm 21350$	±
TaO	$\text{TaO} = \text{Ta} + \text{O}$	$769100 \pm 16750$	±
	$\text{TaO} = \text{Ta} + \text{O}$	$812200 \pm 46060$	816430
	$\text{TaO} = \text{Ta} + \text{O}$	$795490 \pm 41870$	—
TaO <sub>2</sub>	$\text{TaO}_2 = \text{TaO} + \text{O}$	$636390 \pm 46060$	—
	$\text{TaO}_2 = \text{Ta} + 2\text{O}$	—	$1469570 \pm 62800$
	$\text{TaO}_2 = \text{Ta} + 2\text{O}$	$1461310 \pm 20930$	—
WO	$\text{WO} = \text{W} + \text{O}$	$674080 \pm 41870$	—
	$\text{WO} = \text{W} + \text{O}$	$644800 \pm 41870$	648960
WO <sub>2</sub>	$\text{WO}_2 = \text{WO} + \text{O}$	$594530 \pm 62800$	—

Оксид	Уравнение диссоциации	Энергия диссоциации при $OK D_0 \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль	Энергия диссоциации при $298,15 K D \cdot 10^{-3}$ , Дж/кмоль
1	2	3	4
	$WO_2 = W + 2O$	—	$1285350 \pm 41870$
$WO_3$	$WO_3 = WO_2 + O$	$615460 \pm 41870$	—
	$WO_3 = W + 3O$	$1892254 \pm 29730$	—
$(WO_3)_2$	$(WO_3)_2 = 2W + 6O$	$4356250 \pm 41870$	—
$(WO_3)_3$	$(WO_3)_3 = 3W + 9O$	$6805350 \pm 41870$	—
$(WO_3)_4$	$(WO_3)_4 = 4W + 12O$	$9178914 \pm 46060$	—
$ReO_2$	$ReO_2 = Re + 2O$	—	$(1172300 \pm 62800)$
$OsO_2$	$OsO_2 = Os + 2O$	—	$(1067600 \pm 83700)$
$OsO_4$	$OsO_4 = Os + 4O$	$2106800 \pm 10890$	—
$IrO$	$IrO = Ir + O$	$351690 \pm 20900$	—
$IrO_2$	$IrO_2 = Ir + 2O$	—	$(983900 \pm 62800)$
$PtO$	$PtO = Pt + O$	$368376 \pm 20900$	—
$PtO_2$	$PtO_2 = Pt + 2O$	—	$891800 \pm 20900$
$Tl_2O$	$Tl_2O = 2Tl + O$	$596297 \pm 7120$	—
$PbO$	$PbO = Pb + O$	$371750 \pm 5440$	—
$BiO$	$BiO = Bi + O$	$334940 \pm 83740$	—
$ThO$	$ThO = Th + O$	$801350$	—
	$ThO = Th + O$	$820600$	—
$ThO_2$	$ThO_2 = Th + 2O$	$1574200$	—
	$ThO_2 = Th + 2O$	—	$1549100 \pm 62800$
$PaO_2$	$PaO_2 = Pa + 2O$	—	$(1507250 \pm 83740)$
$UO$	$UO = U + O$	$749400 \pm 71180$	$753624$
$UO_2$	$UO_2 = UO + O$	$674080$	—
	$UO_2 = U + 2O$	—	$1482130 \pm 62800$
$U_2O_4$	$U_2O_4 = 2UO_2$	—	$372630$ (при 2450 K)
$UO_3$	$UO_3 = UO_2 + O$	$414500$	—

## 15. СТАНДАРТНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ [1; 9, вып. I—VII; 19; 48]

Оксид	Состояние	$c_p^{298,15}$ Дж/(моль·°C)	Оксид	Состояние	$c_p^{298,15}$ Дж/(моль·°C)
1	2	3	1	2	3
H <sub>2</sub> O	ж	75,350±0,042	F <sub>2</sub> O	г	43,33±0,04
	г	33,600±0,013	FO	г	31,19±0,63
D <sub>2</sub> O	ж	84,36±0,13	Na <sub>2</sub> O	т	72,43
	г	34,361±0,021	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т	89,39
T <sub>2</sub> O	г	34,99±0,021	NaO <sub>2</sub>	т	72,18
HO	г	29,906±0,013	MgO	т	37,82
DO	г	29,961±0,013	Al <sub>2</sub> O	г	46,05±0,84
TO	г	29,994±0,021	AlO	г	30,903±0,008
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж	89,39±0,84	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *3	т	79,09±0,17
	ж	88,55	SiO	г	29,89±0,08
	г	43,17±0,84	SiO <sub>2</sub> *4	т	44,46±0,21
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	г	46,64±1,05	SiO <sub>2</sub> *5	т	44,21±0,21
HO <sub>2</sub>	г	34,92±0,04			
DO <sub>2</sub>	г	36,00±0,04	SiO <sub>2</sub> *6	т	44,63±0,21
TO <sub>2</sub>	г	36,80±0,08	SiO <sub>2</sub>	ст	44,41
H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	г	61,13±0,42	SiO <sub>2</sub> *7	т	45,43±0,13
HDO	г	33,838±0,021	SiO <sub>2</sub> *8	т	43,00±0,13
HTO	г	33,984±0,021	SiO <sub>2</sub>	г	43,54±1,67
DTO	г	34,600±0,021	PO	г	31,78±0,04
HDO <sub>2</sub>	г	44,80±1,26	P <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	г	145,7±0,8
Li <sub>2</sub> O	т	54,26	PO <sub>3</sub>	г	41,45±1,26
BeO	т	25,45	P <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	г	167,5±4,2
B <sub>2</sub> O	г	39,77±0,84	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	т	211,85±0,42
BO	г	29,22±0,04		т	204,94
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г	57,36±0,4		г	190,92±4,2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *1	т	62,80±0,29	S <sub>2</sub> O	г	44,30±0,25
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *2	т	62,80±0,84	SO	г	30,19±0,04
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	63,01	SO <sub>2</sub>	г	39,90±0,04
	г	66,15±0,84	SO <sub>3</sub>	г	50,70±0,08
BO <sub>2</sub>	г	43,04±0,21	Cl <sub>2</sub> O	г	45,43±0,04
C <sub>2</sub> O	г	43,12±0,42	ClO	г	31,37±1,26
CO	г	29,132±0,004	ClO <sub>2</sub>	г	42,00±0,04
CO <sub>2</sub>	г	37,14±0,04	KO <sub>2</sub>	г	77,58
CO <sub>3</sub>	г	49,82±0,84	CaO	т	50,45
N <sub>2</sub> O	г	38,64±0,04		т	42,83
NO	г	29,89±0,04	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	88,34
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г	65,31±0,84	TiO	т	39,98±0,21
NO <sub>2</sub>	г	37,51±0,13		г	33,08±0,42
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ж	142,77	TiO <sub>1,01</sub>	т	42,29±0,42
	г	78,7±0,8	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	95,92±0,42
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	143,19	Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	т	151,48±0,63
	г	108,02	Ti <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	т	215,87±0,63
	г	95,04±2,9			
NO <sub>3</sub>	г	46,9±2,9			
O	г	21,926±0,008			
O <sub>2</sub>	г	29,370±0,008			
O <sub>3</sub>	г	39,27±0,13			

1	2	3	1	2	3
Ti <sub>5</sub> O <sub>9</sub>	T	275,91±0,84		Г	35,59±0,42
Ti <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	T	301,45±0,84	ZnO	T	40,28±0,21
Ti <sub>7</sub> O <sub>13</sub>	T	351,69±4,19		Г	32,66±0,84
Ti <sub>8</sub> O <sub>15</sub>	T	401,93±4,19	Ga <sub>2</sub> O	Г	48,15±1,67
Ti <sub>9</sub> O <sub>17</sub>	T	452,17±4,19	GaO	Г	32,20±0,08
Ti <sub>10</sub> O <sub>19</sub>	T	502,42±1,26	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*22</sup>	T	92,11±0,08
TiO <sub>2</sub> <sup>*9</sup>	T	55,06±0,21	GeO	Г	30,81±0,08
TiO <sub>2</sub> <sup>*10</sup>	T	55,52±0,21	GeO <sub>2</sub> <sup>*23</sup>	Г	50,20±0,13
TiO <sub>2</sub>	Г	43,96±0,84	GeO <sub>2</sub> <sup>*1</sup>	T	52,13±0,21
VO <sub>0,86</sub>	T	35,67±0,42	AsO	Г	32,36±0,17
VO	Г	38,60±0,42	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	95,71
	Г	30,56±0,84	As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*24</sup>	T	203,90±2,1
VO <sub>1,24</sub>	T	46,18±0,42	As <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*22</sup>	T	221,9
VO <sub>1,30</sub>	T	50,45±0,42	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	116,60±0,42
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*11</sup>	T	103,29±0,63		T	117,65
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	T	229,44±0,04	SeO	Г	31,15±0,08
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	114,72±0,84	SeO <sub>2</sub>	Г	42,71±0,42
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*12</sup>	T	127,74±0,63	BrO	Г	32,15±1,51
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	118,91±1,26	SrO	T	44,56
CrO <sub>3</sub>	T	58,20±2,09		Г	45,06
MnO <sup>*13</sup>	T	44,13±0,21	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	97,15
	Г	31,65±0,21	ZrO	Г	33,91±1,67
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>*14</sup>	T	139,42±0,42	ZrO <sub>2</sub> <sup>*25</sup>	T	56,23±0,29
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	107,60±0,42		Г	45,22±0,84
MnO <sub>2</sub> <sup>*15</sup>	T	54,05±0,21	NbO	T	41,29±0,42
Fe <sub>0,947</sub> O <sup>*16</sup>	T	48,15±0,42		Г	30,98±0,42
FeO	T	49,95±0,42	NbO <sub>2</sub>	T	57,53±0,42
	Г	31,40±0,13	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	132,18±0,42
FeO <sub>1,056</sub>	T	50,83±0,42	MoO <sub>2</sub>	T	56,02±0,42
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>*17</sup>	T	150,89±0,84	MoO <sub>3</sub>	T	75,08±0,42
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>*18</sup>	T	150,31±0,84		Г	59,45±2,09
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>*19</sup>	T	150,31±0,84	RuO	Г	31,40±0,42
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> <sup>*20</sup>	T	150,31±0,84	RuO <sub>2</sub>	T	56,52±4,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*21</sup>	T	103,83±0,21	RuO <sub>4</sub>	Г	75,86±0,33
CoO	T	55,27±0,42	Rh <sub>2</sub> O	T	73,28
	Г	33,49±2,09	RhO	T	48,16
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	122,88±0,42	Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Г	31,82±0,84
NiO	T	44,34±0,42	PdO	T	103,83
	Г	33,91±0,84		T	31,41
Cu <sub>2</sub> O	T	63,68±0,21	Ag <sub>2</sub> O <sup>*26</sup>	Г	31,82±0,84
CuO	T	42,33±0,21	Ag <sub>2</sub> O <sup>*27</sup>	T	65,90±0,21
			AgO	T	65,98±0,21
			CdO	Г	35,42±0,21
				T	43,67±0,21
			In <sub>2</sub> O	Г	33,91±0,84
				Г	49,82±1,67

1	2	3	1	2	3
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	92, 11±2, 1	WO <sup>*31</sup> <sub>2,96</sub>	T	73, 27±0, 84
SnO	T	93, 78	WO <sub>3</sub>	T	73, 90±0, 42
SnO <sub>2</sub>	T	44, 39±2, 51	(WO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	T	59, 45±2, 09
SbO	T	31, 778±0, 017	(WO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	T	153, 66
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	52, 75±2, 93	(WO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	T	223, 16
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*24</sup>	T	31, 86±0, 13	ReO	T	309, 40
Sb <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>*28</sup>	T	101, 34	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	T	32, 03±0, 21
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	T	209, 34±2, 1	OsO	T	166, 34±0, 42
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*24</sup>	T	224, 0±2, 1	OsO <sub>4</sub>	T	31, 82±0, 84
TeO	T	114, 68±0, 84	IrO	T	74, 06±0, 17
TeO <sub>2</sub> <sup>*23</sup>	T	117, 69±1, 26	IrO <sub>2</sub>	T	31, 82±0, 84
IO	T	31, 82±0, 42	PtO	T	57, 37
BaO	T	64, 06±2, 10	AuO	T	31, 82±0, 84
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	44, 38±0, 84	HgO <sup>*32</sup>	T	35, 17±0, 84
CeO <sub>2</sub>	T	32, 91±1, 67	Tl <sub>2</sub> O	T	44, 09±0, 21
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	45, 31	PbO <sup>*32</sup>	T	34, 33±0, 84
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	T	47, 27	PbO <sup>*33</sup>	T	51, 08±2, 1
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	101, 34	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	T	45, 85±0, 17
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	63, 23	Pb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	45, 80±0, 04
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	107, 5	PbO <sub>2</sub> <sup>*32</sup>	T	146, 96±1, 26
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T	387, 80	BiO	T	107, 60±0, 84
HfO	T	111, 6	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*22</sup>	T	64, 81±0, 21
HfO <sub>2</sub>	T	117, 2	PoO <sub>2</sub>	T	62, 93
TaO	T	114, 26	ThO <sub>2</sub>	T	32, 78±0, 08
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T	108, 56	UO	T	113, 88±1, 26
WO <sub>2</sub>	T	30, 98±1, 67	U <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	T	61, 55±4, 19
WO <sub>2,72</sub> <sup>*29</sup>	T	60, 29±0, 42	UO <sub>2</sub>	T	61, 96
WO <sub>2,90</sub> <sup>*30</sup>	T	45, 22±0, 84	U <sub>4</sub> O <sub>9</sub>	T	62, 34
	T	30, 56±0, 08	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	T	46, 89
	T	44, 38±0, 84	UO <sub>3</sub>	T	230, 1
	T	134, 90±0, 42		T	72, 43
	T	55, 77±0, 42		T	63, 76
	T	68, 66±0, 84		T	293, 54
	T	72, 01±0, 84		T	250, 37
	T			T	85, 00

\*1 Гексагональный. \*2 Аморфный. \*3 Корунд. \*4 α-кварц. \*5 α-кристобалит. \*6 α-тридимит. \*7 Кюсит. \*8 Стишовит. \*9 Рутил. \*10 Анатаз. \*11 Карелианит. \*12 Щербинаит. \*13 Манганозит. \*14 Гаусманит. \*15 Пирролюзит. \*16 Вюстит. \*17 Магнетит. \*18 1% катионных вакансий. \*19 2% катионных вакансий. \*20 4% катионных вакансий. \*21 α-гематит. \*22 Моноклинный. \*23 Тетрагональный. \*24 Кубический. \*25 Бадделит. \*26 Макрокристаллы, размер частиц ~ 0,02 мм. \*27 Тонкоизмельченный образец. \*28 Ромбический. \*29 1/18W<sub>18</sub>O<sub>49</sub>. \*30 1/10W<sub>10</sub>O<sub>29</sub>. \*31 1/50W<sub>50</sub>O<sub>148</sub>. \*32 Красный. \*33 Желтый.

# 16. УРАВНЕНИЯ МОЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ [1]

( $c_p = a + bT - cT^{-2}$ , Дж/(моль·К))

Оксид	Состояние	Коэффициенты в уравнении теплоемкости			Точность, %	Температурный интервал, К
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$		
1	2	3	4	5	6	7
H <sub>2</sub> O	т	-0,197	140,26	—	—	≤273
	ж	46,89	30,02	—	—	298—373
	г	30,56	10,30	—	0,7	298—2750
D <sub>2</sub> O	г	32,20	12,39	1,42	0,8	298—2200
T <sub>2</sub> O	г	33,58	13,31	2,30	0,8	298—2000
HO	г	26,71	3,94	1,84	0,2	298—3000
DO	г	27,72	4,19	0,92	0,6	298—3000
TO	г	27,76	4,94	0,63	0,5	298—2200
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж	53,63	117,23	—	0,1	298—450
	г	49,15	14,32	9,13	0,5	298—1500
D <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	г	53,59	14,57	10,05	0,4	298—1500
HDO	г	32,41	10,30	1,47	1	298—2750
HTO	г	31,65	12,06	1,17	0,7	298—2200
TO	г	32,20	13,57	1,51	0,7	298—2000
HDO <sub>2</sub>	г	50,83	14,91	9,38	0,5	298—1500
Li <sub>2</sub> O	т	62,59	25,48	14,16	—	298—1700
	ж	47,73	22,61	—	—	298—2000
	ж	87,92	—	—	—	2000—2500
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ж	100,50	—	—	—	1700—5300
	т	71,18	22,61	—	—	298—470
	т	35,41	16,76	13,28	—	298—1200
BeO	г	28,85	4,52	0,88	0,7	298—2500
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	36,58	106,43	5,49	1	298—723
	ам	9,55	176,26	—	2	298—723
	ж	127,70	—	—	0,1	723—2000
C <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	г	65,44	36,34	9,29	0,4	298—1000
CO	г	28,43	4,10	0,46	0,8	298—2500
CO <sub>2</sub> <sup>*1</sup>	г	44,17	9,04	8,54	—	298—2500
N <sub>2</sub> O	г	45,75	8,63	8,55	1	298—2000
NO	г	29,43	3,85	0,59	1	298—2500
NO <sub>2</sub>	г	42,16	9,55	6,99	1	298—2000
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	г	84,01	39,81	14,92	0,4	298—1000
O	г	20,85	0,0	-1,00	0,2	298—3000
O <sub>2</sub>	г	29,98	4,19	1,67	0,8	298—3000
O <sub>3</sub>	г	47,02	8,04	9,04	0,6	298—1500
F <sub>2</sub> O	г	52,25	4,10	9,04	0,4	298—1500
Na <sub>2</sub> O	т	65,78	22,63	—	0,7	298—1100
	ж	92,11	—	—	—	1193— $T_{разлож}$
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т	84,57	15,91	—	—	298—919
NaO <sub>3</sub>	т	67,83	15,07	—	—	298—825
	ж	96,30	—	—	—	825—1300
	г	62,80	—	—	—	1300—2500
MgO	т	45,47	5,01	8,74	—	298—2500



1	2	3	4	5	6	7
MgO* <sup>2</sup>	т	42,62	7,29	6,20	0,8	298—2100
MgO	—	56,02	0,86	—	—	2100—3075
MgO <sub>2</sub>	т	50,66	10,05	—	—	298—361
AlO	г	34,42	1,84	3,64	0,5	298—2000
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	115,10	11,81	35,09	0,5	298—1800
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>3</sup>	т	109,36	18,372	30,434	—	298—2300
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ж	138,16	—	—	—	2320—2500
SiO	т	30,56	10,05	—	—	298—2500
	г	32,24	3,10	2,93	0,5	298—2000
SiO <sub>2</sub> * <sup>4</sup>	т	47,01	34,36	11,31	0,1	298—848
SiO <sub>2</sub> * <sup>5</sup>	т	60,38	8,13	—	0,1	848—1883
SiO <sub>2</sub> * <sup>6</sup>	т	17,93	88,24	—	1,0	298—523
SiO <sub>2</sub> * <sup>7</sup>	т	60,34	8,55	—	0,2	523—1993
SiO <sub>2</sub> * <sup>8</sup>	т	13,70	103,91	—	0,2	298—390
SiO <sub>2</sub> * <sup>9</sup>	т	57,15	11,06	—	0,7	390—1953
SiO <sub>2</sub> * <sup>10</sup>	т	56,06	15,42	14,46	0,4	298—2000
SiO <sub>2</sub>	ж	83,73	—	—	—	T <sub>пл</sub> —2250
PO	г	32,95	2,51	1,72	0,6	298—2000
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ж	144,44	—	—	—	298—448,5
	г	62,80	41,87	—	—	448,5—2500
PO <sub>2</sub>	т	47,31	20,93	—	—	298—350
	ж	83,74	—	—	—	350—T <sub>разлож</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	35,06	22,61	—	—	298—631
	г	154,07	—	—	—	1400
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	т	70,13	452,17	—	0,1	298—631
	г	308,15	—	—	0,1	631—1500
SO	г	34,58	1,34	4,19	0,7	298—3000
SO <sub>2</sub>	г	46,22	7,87	7,70	0,8	298—3000
SO <sub>2</sub> * <sup>11</sup>	г	42,58	12,56	5,65	—	298—1800
SO <sub>3</sub> * <sup>12</sup>	г	57,36	26,88	13,06	—	298—1200
SO <sub>3</sub>	г	58,20	25,54	13,48	0,7	298—1500
Cl <sub>2</sub> O	г	53,21	3,35	7,79	0,5	298—2000
ClO <sub>2</sub>	г	48,32	7,54	7,75	0,6	298—1500
K <sub>2</sub> O	т	66,57	26,80	—	—	298—980
	ж	92,11	—	—	—	980—T <sub>разлож</sub>
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	т	87,09	22,61	—	—	298—763
	ж	121,42	—	—	—	763—1800
	г	83,74	—	—	—	1800—2500
K <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	79,97	97,13	—	—	298—703
	ж	148,63	—	—	—	703—973
	г	83,74	20,93	—	—	973—2500

1	2	3	4	5	6	7
KO <sub>2</sub>	Т	62,80	50,24	—	—	298—653
	Ж	100,48	—	—	—	653— $T_{\text{разлож}}$
CaO	Т	48,40	4,53	6,54	0,3	298—2000
	Т	53,76	1,72	—	—	1800—2860
	Г	36,43	0,67	3,10	0,2	298—2000
ScO	Г	34,42	1,84	3,64	0,5	298—2000
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	97,08	23,63	—	—	298—2523
TiO <sup>*13</sup>	Т	44,29	15,08	7,79	1,5	298—1264
TiO <sup>*14</sup>	Т	49,65	12,57	—	0,1	1264—2000
TiO	Г	35,09	1,09	3,64	0,7	298—5000
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*15</sup>	Т	30,63	224,25	—	0,8	298—473
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*16</sup>	Т	145,20	5,44	42,71	0,1	473—2000
	Ж	157,01	—	—	—	2400—2500
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub> <sup>*17</sup>	Т	148,62	12,36	—	0,1	298—450
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub> <sup>*18</sup>	Т	174,30	33,56	—	—	450—2450
	Ж	251,21	—	—	—	2450—2500
Ti <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>*19</sup>	Т	238,65	40,82	—	—	1100—1323
TiO <sub>2</sub> <sup>*20</sup>	Т	71,76	4,10	14,65	—	298—1800
TiO <sub>2</sub> <sup>*21</sup>	Т	72,05	4,52	15,03	—	298—1300
	Ж	89,60	—	—	—	2128—2500
VO	Т	47,39	13,48	5,28	0,3	298—2000
	Ж	60,71	—	—	—	2350—2500
	Г	34,33	1,76	3,77	0,4	298—2000
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*22</sup>	Т	122,88	19,93	22,69	0,6	298—1800
	Ж	159,10	—	—	—	2243—2500
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Т	150,72	125,60	—	—	298—2100
	Ж	232,79	—	—	—	2100— $T_{\text{разлож}}$
VO <sub>2</sub> <sup>*23</sup>	Т	62,63	—	—	—	298—345
VO <sub>2</sub> <sup>*24</sup>	Т	74,73	7,12	16,50	—	345—1818
	Ж	106,76	—	—	—	1818—2500
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>*25</sup>	Т	125,23	—	—	0,1	298—345
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>*26</sup>	Т	149,47	14,24	33,03	0,4	345—1818
	Ж	213,53	—	—	0,1	1818—2000
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	194,85	16,33	55,35	—	298—943
	Ж	190,92	—	—	0,1	943—2000
	Г	167,47	—	—	—	2325—2500
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	108,88	16,75	—	—	273—2263
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*27</sup>	Т	119,45	9,21	15,66	—	350—1800
CrO <sub>2</sub>	Т	67,41	12,56	12,56	—	298—700
CrO <sub>3</sub>	Т	75,78	16,75	8,37	—	298—460
	Ж	113,04	—	—	—	460—1000
	Г	83,74	—	—	—	1000—2500

1	2	3	4	5	6	7
MnO	Т	46,52	8,12	3,69	—	298—1800
	Ж	56,52	—	—	—	2058— $T_{\text{разлож}}$
	Г	35,38	1,26	3,64	0,4	298—2000
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>28</sup>	Т	145,03	45,30	9,21	0,5	298—1445
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>29</sup>	Т	210,18	—	—	0,1	1445—1800
	Ж	205,15	—	—	—	1863—2500
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	103,54	35,09	13,52	0,1	298—1350
MnO <sub>2</sub>	Т	69,50	10,22	16,24	—	298—1120
FeO	Т	38,81	20,10	—	—	298—1250
FeO* <sup>30</sup>	Т	52,84	6,25	3,19	—	298—1600
	Ж	60,71	—	—	—	1651—2500
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>31</sup>	Т	91,61	201,80	—	0,5	298—900
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>30</sup>	Т	167,14	78,96	41,91	—	298—900
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>32</sup>	Т	200,97	—	—	0,1	900—1800
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>33</sup>	Т	91,61	201,80	—	—	298—950
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>30</sup>	Т	97,80	72,18	12,90	—	298—1000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>34</sup>	Т	200,97	—	—	—	950—1050
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>35</sup>	Т	98,35	77,87	14,86	—	1050—1800
CoO	Т	41,03	9,21	—	—	298—2078
CoO* <sup>36</sup>	Т	48,32	8,54	1,67	0,6	298—2000
CoO	Ж	64,90	—	—	—	2078—2500
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Т	123,51	71,18	—	—	298—1240
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> * <sup>36</sup>	Т	129,12	71,51	23,95	0,5	298—1000
NiO* <sup>37</sup>	Т	20,89	157,34	16,29	0,4	298—525
NiO* <sup>38</sup>	Т	58,11	—	—	0,1	525—565
NiO* <sup>39</sup>	Т	46,81	8,46	—	0,4	565—2000
	Ж	59,87	—	—	—	2230— $T_{\text{разлож}}$
	Г	36,55	0,59	3,10	0,1	298—2000
Cu <sub>2</sub> O	Т	56,10	36,01	—	—	298—1503
Cu <sub>2</sub> O* <sup>30</sup>	Т	62,38	23,86	—	—	298—1200
	Ж	90,02	—	—	—	1503— $T_{\text{разлож}}$
CuO	Т	60,04	25,96	—	—	298—1609
	Ж	92,11	—	—	—	1609— $T_{\text{разлож}}$
	Г	36,51	0,59	3,06	0,2	298—2000
ZnO	Т	49,03	5,11	9,13	0,4	298—2000
	Г	35,17	1,42	3,43	0,3	298—2000
Ga <sub>2</sub> O	Т	150,72	—	—	—	298—925
	Ж	132,63	7,54	—	—	925—1000
	Г	57,78	36,01	—	—	1000—1700
GaO	Г	35,84	1,00	3,52	0,2	298—2000
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	90,02	—	—	—	298—2013
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>40</sup>	Т	49,28	105,51	—	—	298—923

1	2	3	4	5	6	7
GeO	Т	49,28	105,51	—	—	298—923
	Г	34,25	1,93	3,56	0,5	298—2000
GeO <sub>2</sub> <sup>*41</sup>	Т	43,54	10,89	2,09	—	298—1389
GeO <sub>2</sub> <sup>*30</sup>	Т	46,89	30,02	—	—	298—1300
	Ж	34,33	1,67	0,84	—	1398—2500
AsO	Г	40,78	1,26	7,20	0,4	298—2000
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	35,04	203,48	—	—	298—548
	Ж	163,29	—	—	—	550—730
	Г	90,02	—	—	—	730—2500
AsO <sub>2</sub>	Т	35,59	39,36	—	—	298—1200
	Ж	87,92	—	—	—	1200— <i>T</i> <sub>разлож</sub>
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	130,21	68,66	22,61	—	298—1100
SeO	Т	38,10	15,91	—	—	298—1375
	Ж	64,90	—	—	—	1375—2075
	Г	34,33	2,09	3,35	—	2075—2500
	Г	34,96	1,51	3,68	0,4	298—2000
SeO <sub>2</sub>	Т	53,59	25,54	0,84	—	298—613
	Г	60,71	—	—	—	613—2500
BrO	Г	36,09	0,84	3,31	0,2	298—2000
Rb <sub>2</sub> O	Т	64,48	24,28	—	—	298—900
	Ж	92,11	—	—	—	900— <i>T</i> <sub>разлож</sub>
Rb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т	87,50	33,49	—	—	298—843
	Ж	121,42	—	—	—	843— <i>T</i> <sub>разлож</sub>
Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	85,83	54,43	—	—	298—762
	Ж	142,35	—	—	—	762— <i>T</i> <sub>разлож</sub>
RbO <sub>2</sub>	Т	57,78	26,80	—	—	298—685
	Ж	87,92	—	—	—	685— <i>T</i> <sub>разлож</sub>
SrO	Т	50,79	5,28	6,49	0,5	298—1800
	Т	55,32	1,21	—	—	1200—2703
	—	67,00	—	—	—	2703—6000
	Г	36,43	0,67	3,10	0,2	298—2000
SrO <sub>3</sub>	Т	70,34	9,21	12,56	—	298—488
YO	Г	35,21	1,34	3,52	0,4	298—2000
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	108,86	34,33	9,21	—	298—2500
ZrO <sub>2</sub> <sup>*42, *43</sup>	Т	69,67	7,54	14,07	—	298—1478
ZrO <sub>2</sub> <sup>*42</sup>	Т	57,80	16,68	—	1	1000—1420
ZrO <sub>2</sub> <sup>*44</sup>	Т	78,63	—	—	1	1420—2500
	Т	74,54	—	—	—	1478—2950
	—	100,50	—	—	—	2950—6000
NbO	Т	40,19	18,42	—	—	298—2218
NbO <sub>2</sub>	Т	71,59	6,70	11,72	—	298—2275
	Ж	100,48	—	—	—	2275—2500
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	91,61	118,07	—	—	298—1783
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*45</sup>	Т	151,69	23,20	20,43	—	298—1795
	Ж	185,06	—	—	—	1783—2500

1	2	3	4	5	6	7
MoO <sub>2</sub>	Т	67,83	12,56	12,56	—	298—2200
	Ж	96,30	—	—	—	2200—2250
MoO <sub>3</sub>	Т	56,94	56,52	—	—	298—1068
MoO <sub>3</sub> <sup>*36</sup>	Т	86,79	21,69	17,50	—	298—1068
	Ж	118,91	—	—	—	1068—1530
	Г	75,78	—	—	—	1530—2500
TcO <sub>2</sub>	Т	43,54	38,52	—	—	298—2400
	Ж	104,67	—	—	—	2400—2500
TcO <sub>3</sub>	Т	81,22	21,77	8,37	—	298—1200
Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Т	163,70	77,87	10,05	—	298—392,7
	Ж	267,96	—	—	—	392,7—583,8
	Г	104,67	117,23	—	—	583,8—2500
RuO <sub>2</sub>	Т	47,73	25,12	—	—	298—1400
RuO <sub>4</sub>	Т	83,74	—	—	—	298—300
	Ж	138,16	—	—	—	300—Т <sub>разлож</sub>
Rh <sub>2</sub> O	Т	65,27	27,09	—	—	273—1273
RhO	Т	41,20	23,15	—	—	273—1273
Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	86,79	57,78	—	—	273—1273
PdO	Т	13,82	59,45	—	—	298—823
Ag <sub>2</sub> O	Т	46,60	64,81	—	0,2	298—460
Ag <sub>2</sub> O <sup>*46</sup>	Т	55,52	29,48	—	—	298—460
AgO	Г	37,01	0,25	2,26	0,1	298—2000
Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т	68,66	51,08	—	—	298—Т <sub>разлож</sub>
CdO <sup>*1</sup>	Т	40,40	8,71	—	—	273—1200
	Т	40,95	8,46	—	—	298—2086
In <sub>2</sub> O	Т	61,55	32,66	—	—	298—600
	Ж	92,11	—	—	—	600—800
	Г	62,80	—	—	—	800—2500
InO	Т	41,87	13,40	—	—	298—1325
	Ж	58,62	—	—	—	1325—2000
	Г	37,68	—	—	—	2000—2500
	Г	36,30	0,67	3,43	0,2	298—2000
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	94,62	25,12	—	—	298—2000
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*27</sup>	Т	93,78	—	—	—	273—373
	Ж	146,54	—	—	—	2273—2500
SnO	Т	39,36	15,16	—	—	273—1273
	Ж	60,71	—	—	—	1315—1800
	Г	37,68	—	—	—	1800—2500
	Г	35,25	1,34	3,52	0,4	298—2000
SnO <sub>2</sub>	Т	73,95	10,05	21,61	0,8	298—1500
	Ж	94,20	—	—	—	1898—2273
SbO	Г	35,46	3,52	4,14	0,9	298—2000
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	79,98	71,61	—	—	273—928
	Ж	150,72	—	—	—	928—1698
	Г	87,09	—	—	—	1698—2500
SbO <sub>2</sub>	Т	47,31	33,91	—	—	298—1198
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Т	94,62	67,83	—	—	298—1198
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	93,78	98,81	—	—	298—Т <sub>разлож</sub>

1	2	3	4	5	6	7
TeO	Г	35,34	1,34	3,48	0,3	298—2000
TeO <sub>2</sub>	Т	57,99	28,76	—	—	298—1006
	Ж	83,74	—	—	—	1006—Т <sub>разлож</sub>
Cs <sub>2</sub> O	Т	69,08	22,61	—	—	298—763
	Ж	92,11	—	—	—	763—Т <sub>разлож</sub>
Cs <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Т	89,60	47,73	—	—	298—867
	Ж	123,51	—	—	—	867—Т <sub>разлож</sub>
Cs <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	100,48	94,62	—	—	298—775
	Ж	146,54	—	—	—	775—Т <sub>разлож</sub>
Ba <sub>2</sub> O	Т	83,74	9,21	—	—	298—880
	Ж	92,11	—	—	—	880—1040
	Г	62,80	—	—	—	1040—2500
BaO	Т	53,34	4,36	8,31	—	298—2196
	Ж	58,20	—	—	—	2283—3000
	—	67,00	—	—	—	2283—6000
	Г	36,09	0,84	2,81	0,3	298—2000
BaO <sub>2</sub>	Т	56,94	8,37	—	—	298—723
	Ж	87,92	—	—	—	723—1110
LaO	Г	35,42	1,26	3,52	0,3	298—2000
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	120,83	12,88	13,71	—	298—2573
CeO	Г	35,25	1,34	3,77	0,3	298—2000
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	96,30	37,68	—	—	298—1960
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*47</sup>	Т	139,25	11,22	24,62	—	298—1050
	Т	126,86	32,32	9,29	—	1050—1800
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ж	154,91	—	—	—	1963—2500
CeO <sub>2</sub>	Т	62,81	10,47	—	—	298—2500
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	121,42	16,75	16,75	—	298—2200
	Ж	151,72	—	—	—	—
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	Т	399,04	109,72	38,99	0,1	298—1200
PrO <sub>2</sub>	Т	73,69	14,24	11,72	—	298—700
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	121,25	24,12	14,42	0,1	298—1500
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*47</sup>	Т	115,85	29,81	11,89	—	298—1395
	Т	155,75	—	—	—	1395—2000
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*48</sup>	Т	134,81	5,44	—	—	273—1273
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	108,44	29,31	—	—	298—2150
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*49, *47</sup>	Т	128,28	21,27	16,58	—	298—1150
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*50, *47</sup>	Т	128,74	19,43	18,00	—	298—1195
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*50, *47</sup>	Т	154,49	—	—	—	1195—2000
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ж	150,72	—	—	—	2593
EuO <sup>*51</sup>	Т	52,50	8,71	—	—	298—1760
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*52, *47</sup>	Т	136,91	14,74	16,41	—	298—1371
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*53, *47</sup>	Т	123,93	27,13	8,71	—	298—895
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*53, *47</sup>	Т	130,04	17,42	—	—	895—1800

1	2	3	4	5	6	7
$\text{Eu}_2\text{O}_3^{*54}$	T	147,7	—	—	—	273—873
	T	139,5	—	—	—	273—1073
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	T	108,04	15,08	—	—	273—1273
$\text{Gd}_2\text{O}_3^{*55}$	T	127,5	—	—	—	273—1273
$\text{Gd}_2\text{O}_3^{*56}, *47$	T	120,24	11,89	16,24	—	298—1550
$\text{Gd}_2\text{O}_3^{*57}, *47$	T	114,22	14,82	10,63	—	298—2000
$\text{Dy}_2\text{O}_3^{*58}, *47$	T	122,88	13,23	8,46	—	298—1550
	T	148,21	—	—	—	1550—1800
$\text{Dy}_2\text{O}_3^{*59}$	T	139,0	—	—	—	273—1073
$\text{Ho}_2\text{O}_3^{*60}, *47$	T	121,12	10,89	10,05	—	298—2000
$\text{Er}_2\text{O}_3^{*61}, *47$	T	124,18	8,37	18,84	—	298—2000
$\text{Er}_2\text{O}_3$	T	104,08	—	—	—	273—373
$\text{Er}_2\text{O}_3^{*62}$	T	129,50	3,27	19,47	—	—
$\text{Tu}_2\text{O}_3^{*63}, *47$	T	129,79	3,27	14,32	—	298—1680
	T	133,98	—	—	—	1680—2000
$\text{Yb}_2\text{O}_3^{*64}, *47$	T	136,41	—2,60	19,34	—	298—1365
	T	134,81	—	—	—	1365—2000
$\text{Lu}_2\text{O}_3^{*65}, *47$	T	123,01	7,37	24,53	—	298—1800
$\text{HfO}_2$	T	72,81	8,71	14,57	0,3	298—2000
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	T	122,25	41,87	—	—	298—2145
$\text{Ta}_2\text{O}_5^{*36}$	T	154,91	27,47	24,79	0,4	298—2000
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	Ж	192,59	—	—	—	2145
$\text{WO}_2$	T	73,69	17,58	16,75	—	298—1843
	Ж	100,48	—	—	—	1843—2125
$\text{WO}_3$	T	72,56	32,41	—	—	298—1743
	Ж	125,60	—	—	—	1743—2100
	Г	75,36	—	—	—	2100—2500
$\text{ReO}_2$	T	45,22	41,03	—	—	298—1475
	Ж	102,58	—	—	—	1475—2500
$\text{ReO}_3$	T	75,36	24,28	—	—	298—433
	Ж	121,42	—	—	—	433—Г разлож
$\text{Re}_2\text{O}_7$	T	175,01	61,96	12,56	—	298—569
	Ж	275,07	—	—	—	569—635,5
	Г	159,94	—	—	—	635,5—2500
$\text{ReO}_4$	T	89,60	45,22	8,38	—	298—420
	Ж	138,16	—	—	—	420—460
	Г	69,08	36,01	20,93	—	460—2500
$\text{OsO}_2$	T	48,15	25,12	—	—	298—923
$\text{OsO}_4$	T	68,66	96,72	10,05	—	298—313,3
	Ж	138,12	—	—	—	313,3—403
	Г	68,91	36,01	19,26	—	403—1000
	Г	86,04	20,43	15,99	0,3	298—1000

1	2	3	4	5	6	7
$\text{Ir}_2\text{O}_3$	т	91,27	60,29	—	—	298—1450
	ж	146,54	—	—	—	1450—2250
	г	83,74	41,87	—	—	2250—2500
$\text{IrO}_2$	т	38,39	63,64	—	0,5	298—1300
$\text{PtO}$	т	37,68	26,80	—	—	298—780
$\text{Pt}_3\text{O}_4$	т	128,95	72,85	—	—	298— $T_{\text{разлож}}$
$\text{PtO}_2$	т	46,47	40,19	—	—	298—723
	ж	87,92	—	—	—	723—750
$\text{Au}_2\text{O}_3$	т	98,39	20,10	—	—	298— $T_{\text{разлож}}$
$\text{Hg}_2\text{O}$	т	30,02	10,72	0,33	—	298— $T_{\text{разлож}}$
$\text{HgO}$	т	72,81	8,71	14,57	—	298— $T_{\text{разлож}}$
$\text{HgO}^{*66, *27}$	т	45,76	—	—	—	298—371
$\text{Tl}_2\text{O}$	т	66,15	25,12	1,26	—	298—573
	ж	92,53	—	—	—	573—773
	г	57,36	—	—	—	773—2500
$\text{Tl}_2\text{O}_3$	т	96,30	20,93	—	—	298—990
	ж	148,63	—	—	—	990— $T_{\text{разлож}}$
$\text{PbO}^{*67}$	т	37,89	26,80	—	0,2	298—1159
$\text{PbO}^{*66}$	т	44,39	16,75	—	0,1	298—900
	ж	61,13	—	—	—	1160—1745
	г	33,91	1,67	—	—	1745—2500
	г	35,88	1,00	3,31	0,2	298—2000
$\text{Rb}_3\text{O}_4$	т	130,21	73,69	—	—	298— $T_{\text{разлож}}$
$\text{PbO}_2$	т	53,17	32,91	—	—	298—1000
$\text{BiO}$	т	40,61	12,56	—	—	298—1175
	ж	58,62	—	—	—	1175—1920
	г	37,26	—	—	—	1920—2500
	г	36,13	0,84	3,31	0,2	298—2000
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	т	103,60	33,50	—	0,3	298—800
	ж	149,47	—	—	—	1090
$\text{PoO}_2$	т	59,87	23,45	—	—	298—825
	ж	92,11	—	—	—	825— $T_{\text{разлож}}$
$\text{RaO}$	т	43,96	8,38	—	—	298—2500



1	2	3	4	5	6	7
Ac <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	83,74	85,41	—	—	298—2250
	Ж	167,47	—	—	—	2250—2500
ThO	Т	46,05	10,05	—	—	298—2150
	Ж	62,80	—	—	—	2150—2500
ThO <sub>2</sub>	Т	66,32	12,06	6,70	0,4	298—2000
PaO <sub>2</sub>	Т	60,29	10,89	—	—	298—2500
Pa <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	118,91	47,73	—	—	298—2050
	Ж	200,97	—	—	—	2050—2500
UO	Т	44,38	8,37	—	—	298—1500
U <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	Т	272,14	31,40	45,64	—	298—900
UO <sub>2</sub>	Т	80,39	6,78	16,58	0,1	298—2000
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Т	250,37	—	—	—	275—315
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> * <sup>12</sup>	Т	238,02	—	—	—	373—593
UO <sub>3</sub>	Т	92,49	10,63	12,43	0,1	298—1000
NpO <sub>2</sub>	Т	74,11	13,40	10,89	—	298—2600
Np <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Т	135,65	52,75	—	—	298—800
PuO	Т	50,24	10,05	—	—	298—1290
	Ж	60,71	—	—	—	1290—2325
	Г	37,26	—	—	—	2325—2500
Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	88,76	76,20	—	—	298—2513
	Ж	167,47	—	—	—	2513
PuO <sub>2</sub>	Т	71,59	14,24	10,89	—	298—2663
	Ж	85,83	—	—	—	2663
Am <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Т	83,74	65,31	—	—	298—2225
	Ж	161,19	—	—	—	2225—2500
AmO <sub>2</sub>	Т	58,62	28,47	—	—	298—Т <sub>разлож</sub>

\*<sup>1</sup> [78, с. 12]. \*<sup>2</sup> [78, с. 16]. \*<sup>3</sup> [19, с. 19]. \*<sup>4</sup> α-кварц. \*<sup>5</sup> β-кварц. \*<sup>6</sup> α-кристобалит. \*<sup>7</sup> β-кристобалит. \*<sup>8</sup> α-тридимит. \*<sup>9</sup> β-тридимит. \*<sup>10</sup> Стекловидный. \*<sup>11</sup> [78, с. 18]. \*<sup>12</sup> [78, с. 20]. \*<sup>13</sup> α-TiO. \*<sup>14</sup> β-TiO. \*<sup>15</sup> α-Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>16</sup> β-Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>17</sup> α-Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>18</sup> β-Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>19</sup> [91]. \*<sup>20</sup> Рутил [78, с. 20]. \*<sup>21</sup> Анатаз [78, с. 20]. \*<sup>22</sup> Карелланит. \*<sup>23</sup> α-VO<sub>2</sub>. \*<sup>24</sup> β-VO<sub>2</sub>. \*<sup>25</sup> α-V<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>26</sup> β-V<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>27</sup> [78, с. 14]. \*<sup>28</sup> α-Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>29</sup> β-Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>30</sup> [78, с. 14]. \*<sup>31</sup> α-Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>32</sup> β-Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. \*<sup>33</sup> α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>34</sup> β-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>35</sup> γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>36</sup> [1, с. 448, ист. 406]. \*<sup>37</sup> α-NiO. \*<sup>38</sup> β-NiO. \*<sup>39</sup> γ-NiO. \*<sup>40</sup> [19, с. 68]. \*<sup>41</sup> α и β. \*<sup>42</sup> α-ZrO<sub>2</sub>. \*<sup>43</sup> [78, с. 20]. \*<sup>44</sup> β-ZrO<sub>2</sub>. \*<sup>45</sup> [19, с. 156]. \*<sup>46</sup> [156, с. 58]. \*<sup>47</sup> [77, с. 294]. \*<sup>48</sup> Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>49</sup> Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B. \*<sup>50</sup> [189]. \*<sup>51</sup> Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>52</sup> Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B. \*<sup>53</sup> Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>54</sup> [19, с. 185]. \*<sup>55</sup> [19, с. 187]. \*<sup>56</sup> Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>57</sup> Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B. \*<sup>58</sup> Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>59</sup> [19, с. 191]. \*<sup>60</sup> Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>61</sup> Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>62</sup> [48]. \*<sup>63</sup> Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>64</sup> Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>65</sup> Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C. \*<sup>66</sup> Красный. \*<sup>67</sup> Желтый.

# 17. ТЕПЛОЕМКОСТЬ $c_p$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ [1; 19] [1 — Дж/(кг·К), II — Дж/(моль·К)]

Оксид	Обозначение	Теплоемкость $c_p$ при температуре, К							
		10	25	50	100	150	200	298,15	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
H <sub>2</sub> O	I	—	171,66	435,43	883,42	1222,55	1565,86	4190,99(ж)	
D <sub>2</sub> O	I	—	175,85	431,24	891,79	1343,96	1766,83	4345,90(ж)	
BeO	I	0,837	3,349	16,75	117,23	318,20	573,59	1017,39	
CO	I	117,23	816,43	1549,12	1042,51(r)	1042,51(r)	1042,5(r)	1042,5(r)	
CO <sub>2</sub>	I	17,17	203,49	581,97	904,35	1092,72	738,88(r)	845,73(r)	
N <sub>2</sub> O	I	21,77	216,46	623,83	946,22	1159,74	762,00(r)	879,23(r)	
NO	I	38,94	329,50	711,76	1201,61	1038,33(r)	1013,21(r)	996,46(r)	
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	I	15,07	146,54	400,68	661,93	835,27	999,39	1547,02(ж)	
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	—	—	—	198,04	838,62	1009,02	1323,03	
O <sub>3</sub>	I	79,55	695,01	1440,26	908,54(r)	908,54(r)	908,54(r)	908,54(r)	
O <sub>2</sub>	I	—	—	—	693,48(ж)	—	—	817,35(r)	
MgO	I	0,42	2,93	23,03	211,85	464,74	678,26	937,84	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	0,0	0,13	0,92	8,54	18,8	27,3	37,8	
SiO <sub>2</sub> <sup>I</sup>	I	0,42	2,09	18,42	132,30	328,66	509,12	774,98	
SiO <sub>2</sub> <sup>II</sup>	II	0,04	0,20	1,9	13,4	33,5	51,92	79,13	
S O <sub>2</sub> <sup>2</sup>	I	2,09	26,38	96,30	259,58	416,59	545,54	741,06	
SiO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	I	3,35	40,61	108,86	265,02	420,77	548,47	741,06	
SiO <sub>2</sub> <sup>4</sup>	I	3,35	40,61	111,79	272,14	427,05	556,84	743,99	
SiO <sub>2</sub> <sup>4</sup>	I	4,19	38,94	113,88	269,21	411,14	540,93	739,81	
SO <sub>2</sub>	I	18,42	178,36	481,48	748,60	903,51	1314,66(ж)	628,02(r)	
KO <sub>2</sub> <sup>13</sup>	II	1 <sup>15</sup> 1,8 <sup>12</sup>	2,2 <sup>16</sup> —	2,8 <sup>17</sup> —	1,9 <sup>18</sup> —	2,2 <sup>19</sup> —	12,3 <sup>10</sup> —	1,8 <sup>11</sup> —	
CaO	I	0,42	4,19	46,06	288,89	485,67	619,65	900,16	
TiO <sub>2</sub>	II	0,00	0,34	2,51	16,2	27,2	34,8	42,83	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I	—	242,83 <sup>14</sup>	1787,76	6472,79	10718,21	12025,78 <sup>15</sup>	18254,45 <sup>16</sup>	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	0,084	1,05	6,36	19,2	31,95	43,34	56,48	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I	0,84	9,63	51,92	191,76	407,79	538,84	689,15	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	0,1256	1,424	7,79	28,7	61,0	80,7	103,3	
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	I	0,84	10,05	58,62	222,32	401,51	511,21	706,31	
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	II	0,1256	1,675	9,71	36,84	66,49	89,81	117,1	

$V_2O_5$	I	1.26	104.67	285.96	442.55	556.01	701.29
$Cr_2O_3$	II	0.2094	19.0	52.0	80.6	101.2	127.7
$MnO$	I	0.42	30.31	159.10	338.71	495.30	794.66
$Mn_2O_4$	II	0.0837	4.606	24.2	51.1	75.4	118.8
$MnO_2$	I	25.12	147.79	464.74	473.11	535.91	607.09
$FeO$	II	0.1675	10.47	32.99	33.41	38.10	43.00
$Fe_2O_3$	I	1.26	101.74	283.45	431.66	538.00	659.00
$NiO$	II	0.2512	21.69	60.33	91.90	114.60	139.40
$Cu_2O$	I	1.26	93.37	287.21	386.44	498.65	658.17
$CuO$	II	0.1256	8.123	24.95	33.58	43.29	57.24
$ZnO$	I	1.26	84.57	341.22	582.80	683.70	725.15
$Ga_2O_3^{*17}$	II	0.0837	6.07	24.5	41.87	49.11	52.04
$GeO_2^{*19}$	I	1.26	67.41	245.35	404.86	503.67	620.90
$As_2O_3$	II	0.251	15.58	56.65	92.82	116.6	143.6
$As_2O_5$	I	1.26	74.94	200.97	352.53	478.97	525.44
$RbO_2$	II	0.21	11.97	32.03	56.19	76.50	104.8
$SnO$	I	0.42	43.54	192.17	329.50	452.17	594.53
$SnO_2$	II	0.04	3.3	14.4	24.6	33.7	44.4
$SrO$	I	16.75	190.92	278.00	332.01	374.72	429.15
$Y_2O_3$	II	2.39	27.4	39.8	47.40	53.59	61.51
$AgO$	I	0.84	79.55	210.18	329.08	443.80	531.72
$CdO$	II	1.17	6.32	16.7	26.2	35.4	42.25
$SrO_2$	I	0.84	95.46	218.13	317.78	396.91	494.04
$CaO$	II	0.084	7.79	17.8	25.9	32.3	40.3
$Ga_2O_3^{*17}$	II	0.347 <sup>*18</sup>	9.676	32.71	53.34	69.50	91.90
$GeO_2^{*19}$	II	0.0031 <sup>*20</sup> 0.791 <sup>*27</sup>	0.0106 <sup>*22</sup> 2.064 <sup>*29</sup>	0.0305 <sup>*23</sup> 2.762 <sup>*20</sup>	0.0773 <sup>*24</sup> 3.196 <sup>*31</sup>	0.217 <sup>*25</sup> —	0.441 <sup>*26</sup> —
$As_2O_3$	I	5.44	101.32	205.57	308.15	386.44	481.06
$As_2O_5$	I	0.42	47.73	172.08	288.89	380.16	508.28
$RbO_2$	II	6.104 <sup>*11</sup>	7.432 <sup>*12</sup>	10.011 <sup>*33</sup>	8.039 <sup>*18</sup>	7.666 <sup>*34</sup>	7.783 <sup>*35</sup>
$SrO$	I	13.825	33.264	56.02	85.50 <sup>*37</sup>	69.21 <sup>*38</sup>	77.62
$Y_2O_3$	II	15.49	84.57	233.62	330.34	386.44	434.59
$AgO$	II	1.891	8.75	24.20	34.21	39.98	44.80
$CdO$	I	3.253 <sup>*39</sup>	11.75	39.32	58.45 <sup>*19</sup>	81.10	102.6
$SnO$	II	95.04	152.82	195.94	225.25	252.05	284.70
$SnO_2$	I	16.75	78.29	189.24	262.51	306.06	328.66
$CaO$	II	0.214	9.96	24.1	33.4	38.98	43.5
$SrO$	I	1.67	83.74	246.60	287.73	329.50	349.60
$SnO_2$	II	7.12	43.12	138.58	218.55	280.52	349.60
$CaO$	II	1.05	6.49	20.85	32.91	42.29	52.63

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I	3,31	31,02	79,13	172,50	241,16	292,66	347,92
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	I	3,56	31,49	73,27	151,98	235,30	274,65	372,63
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	0,84	13,31	51,08	164,12	239,07	294,33	363,41
BaO	II	0,2931	4,44	15,95	32,0	40,0	43,8	47,5
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	2,20 <sup>*18</sup>	3,60 <sup>*18</sup>	22,94	54,18	79,89 <sup>*11</sup>	91,53	108,0
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	8,324 <sup>*18</sup>	10,02 <sup>*36</sup>	27,97	57,53	83,24 <sup>*11</sup>	94,84	111,3
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	1,281	8,072	27,29	57,91	80,43	95,97	114,6
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	II	4,149	5,179	19,32	47,31	70,47	86,88	105,6
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	0,84	11,47	50,24	131,47	195,52	243,25	306,06
	II	0,38	5,07	22,15	58,1	86,6	107,6	135,2
HgO	I	3,68	37,47	83,32	133,14	162,03	178,36	211,43
PbO	I	4,31	36,63	74,94	126,86	160,77	184,64	217,71
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	I	—	—	—	188,83	244,09	283,03	317,36
PbO <sub>2</sub>	I	1,26	18,21	63,64	132,30	182,96	219,81	270,89
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I	4,61	26,50	65,31	135,23	175,01	207,67	244,09
TbO <sub>2</sub>	II	0,134 <sup>*</sup>	2,06	10,17	26,20	40,00	50,1	61,8
UO <sub>2</sub>	II	—	—	—	29,13	—	52,21	64,40 <sup>*13</sup>

<sup>\*1</sup> α-кварц, <sup>\*2</sup> Кристобалит, <sup>\*3</sup> Тридимит, <sup>\*4</sup> Плавленый, <sup>\*5</sup> При 3 К, <sup>\*6</sup> При 5 К, <sup>\*7</sup> При 7 К, <sup>\*8</sup> При 8 К, <sup>\*9</sup> При 10 К, <sup>\*10</sup> При 12,5 К, <sup>\*11</sup> При 13 К, <sup>\*12</sup> При 14 К, <sup>\*13</sup> В интервале 14—20 К,  $c_p = 4,3 \cdot 10^{-4}$ ,  $T^* = 120/T^2$  [165], <sup>\*14</sup> При 24 К, <sup>\*15</sup> При 201 К, <sup>\*16</sup> При 297,7 К, <sup>\*17</sup> β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, содержащий 98,67% Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, <sup>\*18</sup> При 16 К, <sup>\*19</sup> Плавленый, плотность 3609 кг/м<sup>3</sup>, <sup>\*20</sup> При 2,357 К, <sup>\*21</sup> При 2,964 К, <sup>\*22</sup> При 3,469 К, <sup>\*23</sup> При 4,480 К, <sup>\*24</sup> При 7,444 К, <sup>\*25</sup> При 9,486 К, <sup>\*26</sup> При 11,823 К, <sup>\*27</sup> При 15,147 К, <sup>\*28</sup> При 17,991 К, <sup>\*29</sup> При 20,985 К, <sup>\*30</sup> При 22,737 К, <sup>\*31</sup> При 12 К, <sup>\*32</sup> При 15 К, <sup>\*33</sup> При 17 К, <sup>\*34</sup> При 18 К, <sup>\*35</sup> При 20 К, <sup>\*36</sup> При 20 К, <sup>\*37</sup> При 178,3 К, <sup>\*38</sup> При 20 К, <sup>\*39</sup> При 300 К, <sup>\*40</sup> При 140 К, <sup>\*41</sup> При 160 К, <sup>\*42</sup> При 300 К.

# 18. ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА

[1; 40; 45; 50; 55; 56; 61; 65; 145; 165; 166; 173]

Оксид	Температура Дебая, К	Характеристическая температура, К	
		для металла	для кислорода
BeO	1553	—	—
	830*1	—	—
O <sub>2</sub>	—	—	62,34
MgO	630*1	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	590*1	—	—
KO <sub>2</sub>	208	—	—
TiO*2	612	—	—
TiO	410	—	—
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	674±12	—	—
VO	614	—	—
VO <sub>2</sub>	750±20	—	—
CrO <sub>2</sub>	260	—	—
GeO <sub>2</sub> *3	870±30	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	451	—	—
	465	—	—
ZrO <sub>2</sub>	340*1	—	—
MoO <sub>2</sub>	—	309,8*4	401,6*4
MoO <sub>3</sub>	—	213,4*4	276,7*4
Ag <sub>2</sub> O	90	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	433	—	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	426	—	—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	458	—	—
WO <sub>2</sub>	—	191,1*4	343,1*4
W <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	199,4*4	359,2*4
WO <sub>3</sub>	—	196,6*4	354,1*4
ReO <sub>3</sub>	—	106,45*4	176,2*4
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—	122,02*4	202,0*4
PbO	~90	—	—
ThO <sub>2</sub>	285*1	—	—

\*1 Расчетные данные, характеристическая температура. \*2 Кубический.  
\*3 Тетрагональный. \*4 Расчетные данные.

# 19. КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Температура, К	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Температура, К
1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O (л) [1]</b>		<b>[77]*6</b>	
~2,3446	273,15	209,340	373
		88,341	673
<b>H<sub>2</sub>O (ж)*1 [1]</b>		25,749	1073
0,55126	273	16,454	1473
0,59894	293	14,486	1873
0,63384	313	13,900	2073
0,65942	333		
0,67454	353	<b>[90]</b>	
0,68036	363	$\lambda = 23194,87 / (T-125) +$	1273—2073
		$+3558,78 \cdot 10^{-3} T^{10}$	
<b>H<sub>2</sub>O (п)*1 [1]</b>		<b>CO [148]*7</b>	
0,023725	373	0,637	22,5
<b>BeO [1]*2,*3</b>		0,569	25
0,105	3	0,479	30
0,209	5	0,416	35
2,931	10	0,317	40
18,84	20	0,334	45
125,60	50	0,303	50
418,68	100	0,273	55
<b>[19]*4</b>		<b>CO (r) [1]</b>	
234,2	323	0,006908	82
<b>[1]*4</b>		0,02152	273
219,807	373	0,02746	373
92,947	673	0,03835	573
27,005	1073	0,04953	773
17,250	1473	0,06021	973
15,993	1873	0,06979	1173
15,449	2073	0,07423	1273
<b>[77]*5</b>		<b>[81, т. 5]*1</b>	
209,340	373	0,02219	373
19,259	1273		

1	2	1	2
<b>CO<sub>2</sub> (r) [1]</b>		<b>[19]<sup>*4,*9</sup></b>	
0,01066	194,5	36,0	373
0,01373	273	16,5	673
0,02139	373	8,5	1073
0,03672	573	6,11	1473
0,05129	773	6,87	1873
0,06452	973	(9,46)	2073
0,07662	1173		
0,08215	1273		
<b>N<sub>2</sub>O (r) [1]</b>		<b>[19]<sup>*11</sup></b>	
0,01135	201,35	34,46	373
0,01472	273	15,8	673
0,02119	373	8,12	1073
		5,86	1473
		6,57	1873
		(9,04)	2073
		14,0 <sup>*12</sup>	2273
<b>NO (r) [1]</b>		<b>[90]</b>	
0,01742	201,75		
0,02324	273		
<b>NO<sub>2</sub> (r) [1]</b>		$\lambda = 7871,18 / (T - 125) + 3558,78 \cdot 10^{-36}$ $T^{10}$ или $\lambda = 8499,20 / T + 1256,04 \cdot 10^{-29} T^8$	
0,03718	328		293—2073
<b>O<sub>2</sub> (r) [1]</b>		<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*17</sup> [19]<sup>*13</sup></b>	
0,007205	81,75	16	2
0,017970	194,75	200	5
0,02466	273	1100	10
0,03291	373	3500	20
0,04802	573	5500	50
0,06150	773	400	100
0,07285	973	40	298
0,08206	1173		
0,08583	1273		
<b>MgO<sup>*10</sup> [147]<sup>*2,*8</sup></b>		<b>[19]<sup>*4,*14</sup></b>	
	80		
122	100		
115	200	30,3	373
67	400	13,15	673
40	600	7,20	1073
25	800	5,53	1473
18	0	6,07	1873
16	1000	7,58	2073
15	110		

1	2	1	2
[77]*15		[1]	
28,889	373	13,61*19	273
12,560	673	9,00*19	373
6,866	1073	7,247*18	273
5,275	1473	5,581*18	373
5,778	1873		
9,0*16	2273		
[90]		[19]*23	
$\lambda = 6782,62 /$	673—2073	0,343	50
$/(T-125) +$		0,686	100
$+ 3558,78 \cdot 10^{-36}$		1,12	200
$T^{10}$		1,38	300
[169]		[19]*2, *4, *24	
23*18	296	1,55	373
17*18	350	1,90	673
25*19	299	2,85	973
17,2*19	343	5,20	1273
		9,30	1473
[162]*20		[38]*23, *25	
6,0	1173	1,456	385
5,0±0,8	1223	1,549	415
10,0	1373	1,546	431
11,0	1473	1,605	484,5
18,0	1573	1,601	509
30,0±8	1673	1,668	531
		1,723	576
		1,742	585
		1,764	594
		1,820	626
		1,975	676
		1,979	676,5
		1,963	680
		2,099	721
		2,350	751,5
		2,318	768,5
		2,218	769,5
		2,709	811,5
		2,624	820,5
		3,106	858
		2,960	882,5
		3,644	907
		3,653	930
		4,349	962,5
SiO <sub>2</sub> [19]*21			
0,05	2		
0,12	5		
0,13	10		
0,15	20		
0,3	50		
0,6	100		
1,0	Комнатная		
[19]*22			
810	8		
1100	16		
450	30		
50	55		
20	120		



I	2	I	2
5,379	1026,5	<b>CaO [147]*<sup>2</sup>, *<sup>8</sup></b>	
5,943	1078	109	100
6,601	1090,5	45	200
[142]* <sup>23</sup> , * <sup>26</sup>		20	400
1,88	680	14	600
2,06	790	11	800
2,22	865	10	1000
2,60	1007	9	1100
3,02	1137	[19]* <sup>4</sup> , * <sup>31</sup>	
[142]* <sup>23</sup> , * <sup>27</sup>		12,25	373
1,73	680	9,17	673
1,80	790	7,99	1073
1,83	865	7,79	1273
1,95	1007	[19]* <sup>32</sup>	
2,06	1137	13,95	373
[210]		8,37	673
7,16±0,16* <sup>28</sup>	298	7,28	1073
6,15±0,16* <sup>29</sup>	298	7,115	1273
[19]* <sup>30</sup>		<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [140]*<sup>33</sup></b>	
0,44—0,82	Комнатная	7,9	373
SO <sub>2</sub> (г) [209]* <sup>1</sup>		6,3	473
0,0084	273	5,0	573
0,0166	473	4,6	673
0,0258	673	4,6	773
0,0358	873	<b>Ti<sub>6</sub>O [44]</b>	
0,0463	1073	4,39	300—1100
0,0576	1273	<b>Ti<sub>5</sub>O [44]</b>	
SO <sub>2</sub> (ж) [1]		3,95	300—1100
λ = 38,2971—	233—353	<b>Ti<sub>3</sub>O [44]</b>	
—0,0628T		2,92	300—1100
		<b>Ti<sub>2</sub>O [44]</b>	
		11,47	300—1100

1	2	1	2
<b>TiO<sub>0,83</sub> [45]<sup>*2</sup></b>		<b>TiO<sub>1,6</sub> [44]</b>	
5,4	77	2,30	300—1100
4,6	173		
2,9	373	<b>TiO<sub>1,9</sub> [44]</b>	
5,0	673	2,36	300—1100
6,7	873		
7,5	1073	<b>TiO<sub>2</sub><sup>*36</sup> [1]<sup>*37</sup></b>	
<b>TiO [44]</b>		6,531	373
3,17	300—1100	4,995	473
<b>TiO<sub>1,04</sub> [45]<sup>*2</sup></b>		3,915	673
7,1	77	3,617	873
5,4	173	3,391	1073
3,6	373	3,307	1273
5,9	673	3,307	1473
7,5	873		
8,4	1073	<b>VO<sub>2</sub> [1]</b>	
<b>TiO<sub>1,1</sub> [44]</b>		9,797	373
2,61	300—1100	4,396	873
<b>TiO<sub>1,13</sub> [45]</b>		3,412	1273
1,6	300		
1,7	700	<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [19]</b>	
3,5	1100	4,4	298
<b>[45]<sup>*2</sup>, <sup>*34</sup></b>		<b>[19]<sup>*2</sup></b>	
4,8	77	3,45	373
3,3	173	2,6	473
1,9	373	1,8	673
4,2	673	2,5	873
6,3	873	2,8	923
7,1	1073	<b>Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]<sup>*38</sup></b>	
<b>[45]<sup>*35</sup></b>		0,42	321,65
0,4	300	<b>NiO [1]<sup>*37</sup>, <sup>*4</sup>, <sup>*39</sup></b>	
1,1	700	12,393	373
3,2	1100	9,923	473
		7,159	673



1	2	1	2
[19]*40		BaO [147]*2, *8	
1,7	373	7,8	80
1,76	673	6	100
1,88	1073	3,8	200
2,05	1473	3,1	400
2,09	1673	3	600
		3,2	800
		3,9	1000
		4,8	1100
[1]		CeO <sub>2</sub> [51]*53	
2,3	1773	11,78	400
[150]*2,50*		8,59	500
3,39	293	$\lambda = (3,156 \cdot 10^{-4}$	700—1500
2,76	673	$T - 0,0413)^{-1} +$	
2,93	973	$+ 8,81 \times 10^{-12} \times$	
		$\times T^3 \exp (1,85 \times$	
		$\times 10^{-3} T)$	
RuO <sub>2</sub> [152]*2, *51		[51]*4, *54	
30	5	12,46	400
58	10	9,11	500
95	20	5,90	700
95	20	4,37	900
121	30	3,56	1100
120	40	3,10	1300
108	50	2,96	1500
95	60		
90	70		
83	80		
82	90		
76	100		
CdO [1]*38		Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [145]*47	
0,682	319,65	2,05	293
		1,72	473
		1,48	673
		1,38	873
		1,34	1073
		1,30	1173
SnO <sub>2</sub> [19]*2, *52		[19]	
30,7	323	2,1	1273
26,8	373		
22,4	423	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [167]*55	
		3,42	298
		3,20	323

1	2	1	2
3,15 3,08 3,01 2,96	413 523 623 753	<b>ThO<sub>2</sub> [19]<sup>*4, *53</sup></b>	
<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]</b>		10,26 5,99 3,41 2,51 (2,45)	373 673 1073 1473 1673
2,1	1273	<b>[77]<sup>*59</sup></b>	
<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [145]<sup>*47</sup></b>		9,21 2,93	373 1273
5,19 4,61 3,48 2,93 2,57 2,22	293 373 573 773 973 1173	<b>[77]<sup>*60</sup></b>	
<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [145]<sup>*47</sup></b>		8,54 4,98 2,85 2,09 2,05	373 673 1073 1473 1673
5,99 5,11 38 3,14 2,72 2,34	293 373 573 773 973 1173	<b>[155]<sup>*61</sup></b>	
<b>HfO<sub>2</sub> [150]<sup>*2, *56</sup></b>		$\lambda - T = 22,14 \cdot 10^{-5} \times$ $\times T - 1,01 \cdot 10^{-2}$	400—1400
<b>[19]</b>		<b>UO<sub>2</sub> [19]<sup>*4, *37, *62</sup></b>	
4,6 3,3 2,8 2,5 2,9	293 473 673 873 1073	(9,8) 5,78 3,41	373 673 1273
<b>[19]</b>		<b>[77]<sup>*63</sup></b>	
1,702	323	8,37 2,93	373 1273
<b>PbO [166]<sup>*57</sup></b>		<b>[77]<sup>*64</sup></b>	
$\lambda = 212 \rho^{2/3} T^{-1}$	300—900	5,19 2,26	473 1273
		<b>[77]<sup>*65</sup></b>	
		3,52 1,76	473 1273

1	2	1	2
[19]*66, *37		[158]*74	
(7,33)	373	5,36	670
4,31	673	4,41	870
2,76	1073	3,70	1070
2,55	1273	3,06	1270
[155]*67		[158]*75	
7,90—8,04	333	4,43	670
[155]*68		3,61	870
7,92—7,35	333	2,98	1070
[155]*69		2,50	1270
4,62	80	[158]*76	
6,03	100	4,18	670
8,59	200	3,56	870
7,39	400	3,07	1070
6,53	500	2,65	1270
$\lambda^{-1} = 22,85 \cdot 10^{-5}$	500—1400*61	[158]*77	
$T + 3,45 \cdot 10^{-2}$		4,05	670
[149]*70		3,40	870
$\lambda = 0,0031 +$	1073—2273	2,91	1070
$+ 0,239/t (0,4848 -$		2,46	1270
$- 0,4465D)$		[158]*78	
[153]*2, *71		3,55	670
3	3	2,73	870
10	10	2,43	1070
1	30	2,22	1270
5	100	[158]*79	
10	300	2,70	670
[116]*2, *72		2,04	870
5,19	100	1,97	1070
7,62	200	1,90	1270
7,70	250	[159]*80, *81	
7,45	300	$\lambda = 100/(3,77 +$	350—2700
[158]*73		$+ 0,0258T) +$	
5,88	670	$+ 1,1 \cdot 10^{-4} T +$	$\times T^3 \exp 7,2 \cdot 10^{-4} T$
4,84	870	$+ 1,01 \cdot 10^{-11} \times$	
4,05	1070	[160]*81	
3,33	1270	$\lambda = 11,5 - 1,14 \times$	350—2700
		$\times 10^{-2} T + 4,4 \times$	
		$\times 10^{-6} T^2 - 5 \times$	
		$\times 10^{-10} T^3$	

1	2	1	2
$U_4O_9$ [116]* <sup>82</sup>		$UO_3$ [19]	
1,09	100	0,2805	298—423
1,34	150	0,264	433—613
1,42	200—300	0,255	583—873

\*<sup>1</sup> При 101,325 кПа. \*<sup>2</sup> Из графика. \*<sup>3</sup> Плотность образца 2940 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>4</sup> Беспористый. \*<sup>5</sup> Общая объемная пористость 3—7%. \*<sup>6</sup> Общая объемная пористость 4,07—9,95%. \*<sup>7</sup> Твердые поликристаллические образцы чистотой 99,99%, погрешность  $\pm 5\%$ . \*<sup>8</sup> Монокристалл, в аргоне. \*<sup>9</sup> Теоретическая плотность 3580 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>10</sup> Анизотропное отношение для MgO равно единице [19, с. 122]. \*<sup>11</sup> Пористость 2,8—8,1%, плотность 3290—3480 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>12</sup> [1, с. 128]. \*<sup>13</sup> Монокристалл искусственного сапфира, диаметр образца 3 мм. \*<sup>14</sup> Теоретическая плотность 3970 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>15</sup> Общая объемная пористость 4,5—7,3%. \*<sup>16</sup> [1, с. 128]. \*<sup>17</sup> Анизотропное отношение для Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> равно 0,93. \*<sup>18</sup>  $\perp$  к оси с. \*<sup>19</sup>  $\parallel$  к оси с. \*<sup>20</sup> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Lucalox) 99,9% чистоты, плотность 3970 кг/м<sup>3</sup>, размер зерна 30 мкм. \*<sup>21</sup> Кварцевое стекло. \*<sup>22</sup> Из графика, монокристалл кварца, вакуум. \*<sup>23</sup> Плавленный кварц. \*<sup>24</sup> Чистый плавленный кварц. \*<sup>25</sup> Образцы марки КВ, плотность 2201,5 $\pm$ 0,1 кг/м<sup>3</sup>, данные нельзя использовать в качестве стандартных при температурах выше 600 К без введения поправки на лучистую составляющую. \*<sup>26</sup> Эффективный коэффициент теплопроводности, погрешность 5%. \*<sup>27</sup> Истинный коэффициент теплопроводности, погрешность 5%. \*<sup>28</sup>  $\alpha$ -кварц. \*<sup>29</sup>  $\alpha$ -кристаллит. \*<sup>30</sup> Кварцевый песок. \*<sup>31</sup> Теоретическая плотность 3320 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>32</sup> Общая объемная пористость 8,75%, плотность 3030 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>33</sup> Спеченный, относительная плотность 0,96—0,97 при нулевой открытой пористости. \*<sup>34</sup> Полная теплопроводность. \*<sup>35</sup> Электронная составляющая. \*<sup>36</sup> Анизотропное отношение для TiO<sub>2</sub> равно 0,68 [19, с. 209]. \*<sup>37</sup> Поликристаллический. \*<sup>38</sup> Прессованный порошок. \*<sup>39</sup> Теоретическая плотность 6800 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>40</sup> Плотность 5050 кг/м<sup>3</sup>, пористость 25,7%. \*<sup>41</sup> Плотность 1445 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>42</sup> Плотность 4886 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>43</sup> Плавленный, теоретическая плотность 5660 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>44</sup> Нелегированный образец,  $\rho=0,052$  Ом·м при 300 К,  $\parallel$  оси с. \*<sup>45</sup> Образец легирован литием,  $\rho=0,0042$  Ом·м при 300 К,  $\parallel$  оси с. \*<sup>46</sup> Образец легирован литием,  $\rho=10^4$  Ом·м при 300 К,  $\perp$  оси с. \*<sup>47</sup> Монокристалл, суммарная относительная погрешность 15—20%. \*<sup>48</sup> Теоретическая плотность 6100 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>49</sup> Плотность 5220—5350 кг/м<sup>3</sup>, пористость 12,3—14,6%. \*<sup>50</sup> Примесь HfO<sub>2</sub> <0,1%, остальные примеси <0,16%. \*<sup>51</sup> Очень чистые кристаллы. \*<sup>52</sup> Плотность 6620 кг/м<sup>3</sup>, 98% SnO<sub>2</sub>. \*<sup>53</sup> Пористый образец, плотность 6700 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>54</sup> Теоретическая плотность 7100 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>55</sup> Спеченный, 99,85% Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, средняя плотность 7100—7300 кг/м<sup>3</sup>, закрытая пористость не более 10%. \*<sup>56</sup> Примесь ZrO<sub>2</sub>  $\approx$  0,57%, остальные примеси около 0,06%. \*<sup>57</sup> Спеченный, желтый, примеси до 0,25% (по массе),  $\rho$  — плотность образцов от 6500 до 9600 кг/м<sup>3</sup>, т. К. \*<sup>58</sup> Плотность 9650 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>59</sup> Общая объемная пористость 3—7%. \*<sup>60</sup> Общая объемная пористость 16,75%. \*<sup>61</sup> Термосопротивление. \*<sup>62</sup> Плотность 10 900 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>63</sup> Общая объемная пористость 3—10%. \*<sup>64</sup> Общая объемная пористость 5%. \*<sup>65</sup> Общая объемная пористость 25,5%. \*<sup>66</sup> Плотность 8000 кг/м<sup>3</sup>, пористость 26,7%. \*<sup>67</sup> Монокристалл 99,27% (ат.) чистоты, погрешность  $\pm 3,5\%$ . \*<sup>68</sup> Поликристалл 99,86% (ат.) чистоты,  $O/U=2,001+1,996$ , погрешность  $\pm 1,5\%$ . \*<sup>69</sup> Расчетные значения для UO<sub>2</sub> теоретической плотности, погрешность  $\pm 2\%$ . \*<sup>70</sup>  $t$ , °C,  $D$  — плотность, % к теоретической ( $82 \leq D \leq 95\%$ ). \*<sup>71</sup> Монокристалл, общая примесь менее 200 частей на миллион (ppm). \*<sup>72</sup> Плавленный UO<sub>3</sub>, плотность 10 920 кг/м<sup>3</sup>, относительная пористость 0,004, размер зерна 0,5 мкм. \*<sup>73</sup> При  $O/U=2,00$  и относительной объемной пористости  $\varepsilon=0,014$ . \*<sup>74</sup> При  $O/U=2,00$  и  $\varepsilon=0,053$ . \*<sup>75</sup> При  $O/U=2,00$  и  $\varepsilon=0,096$ . \*<sup>76</sup> При  $O/U=2,02$  и  $\varepsilon=0,037$ . \*<sup>77</sup> При  $O/U=2,02$  и  $\varepsilon=0,073$ . \*<sup>78</sup> При  $O/U=2,05$  и  $\varepsilon=0,047$ . \*<sup>79</sup> При  $O/U=2,11$  и  $\varepsilon=0,036$ . \*<sup>80</sup> Для спеченного поликристаллического UO<sub>2,00</sub>. \*<sup>81</sup> Наиболее достоверные значения теплопроводности лежат между расчетными значениями по приведенным уравнениям. \*<sup>82</sup> Спеченный, плотность 10 510 кг/м<sup>3</sup>, пористость 0,075, размер зерна несколько мкм.

# 20. ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

Линейный коэффициент теплового расширения $\alpha \cdot 10^6, 1/^\circ\text{C}$		Температура, $^\circ\text{C}$	Линейный коэффициент теплового расширения $\alpha \cdot 10^6, 1/^\circ\text{C}$		Температура, $^\circ\text{C}$
1		2	1		2
<b>BeO [19]*1</b>			<b>[19]*3</b>		
4,8		0	13,8		0—1000
5,0		50		[1]	
7,2		200			
9,0		400	14,0		20—1400
10,0		600	15,7		0—1500
10,8		800		[19]*4	
11,4		1000	17,49		20—2000
11,9		1200	18,60		20—2300
12,4		1400		[19]*5	
12,8		1600	17,18		20—2000
	[77]		17,40		20—2100
6,5±1,0		25—100		[1]	
8,0±6,0		25—300	12,6±0,5		1000—2000
9,2		25—800		<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [77]*6</b>	
9,0		30—1000	6,2		0—300
9,5		20—1400		[77]	
10,6		25—1700	7,33		0—600
10,9		20—1800	7,50		0—800
10,1±0,6		1000—2000	8,00		0—1000
13,4		1400—2000	8,0—8,5*7		0—1000
			8,30		0—1200
			8,60		0—1400
			8,90		0—1600
			9,00		0—1800
			9,14		0—2000
			7,5±0,4*8		1000—1600
				[19]*9	
			8,1		20—1000
			9,1		20—1200
			9,8		20—1400
<b>MgO [77]</b>					
12,0		200			
12,8		400			
13,4		600			
14,1		800			
14,7		1000			
16,2		1600			
16,7		1800			
17,3		2000			
	[1]*2				
11,7		20—100			
12,1		20—300			
12,8		20—500			
13,4		20—700			
14,0		20—900			
14,2		20—1000			



1	2	1	2
10,3 10,6	20—1600 20—1800	<b>TiO [62]</b>	
<b>SiO<sub>2</sub> [1]</b>		6,73	25
4,3 3,0* <sup>10</sup> 0,5* <sup>11</sup>	20—300 300—1100 20—1300	<b>TiO<sub>2</sub> [1]</b>	
[19]* <sup>12</sup>		8,19	0—500
0,67 0,60 0,53	300 600 900	[19]	
<b>CaO [77]*<sup>13</sup></b>		8,3* <sup>18</sup> 15,0* <sup>18</sup>	0—500 500—1000
10,2 11,6 12,8 13,6—13,7 14,7 14,5* <sup>14</sup> 13,8* <sup>15</sup>	25—300 25—600 25—900 25—1200 25—1500 300—700 0—1700	[19]	
[19]* <sup>16</sup>		8,85* <sup>19</sup> 8,95* <sup>20</sup> 9,1—9,2* <sup>21</sup>	25—1000 25—1000 400—800
12,52 13,73 14,75 15,71 16,02 16,29 14,49	25—400 25—800 25—1200 25—1400 25—1800 25—2000 25—2100	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>	
<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [77]</b>		9,6	20—1400
8,5	20—380	<b>MnO [1]</b>	
[140]* <sup>17</sup>		11,0	Выше точки Нееля
7,5—7,8 7,7	20—900 20—1800	<b>FeO [1]</b>	
<b>Ti<sub>2</sub>O [1]</b>		12,4 12,3 12,6 13,4 15,2 12,27±0,36* <sup>22</sup>	100—200 100—400 100—600 100—800 100—1000 22—450
4,5	20—100	<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [19]*<sup>1</sup></b>	
<b>Ti<sub>3</sub>O [1]</b>		9,3 18,8	20—300 300—700
3,3	20—100	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]*<sup>1</sup></b>	
		12,5	100—1200
		<b>CoO [19]*<sup>23</sup></b>	
		14,0	0—400

1	2	1	2
<b>NiO [1] *1, *24</b>			
10,0	0	7,7	600
13,0	200	8,1	800
15,0	250	8,3	1000
		8,6	1200
		8,8	1400
		9,1	1600
		9,3	1800
<b>[1]</b>			
12,0	100—600		
12,6	100—800		
14±1	300—800		
13,9*25	60—1300		
<b>[52]*2, *28</b>		<b>ZrO<sub>2</sub> [52]</b>	
13,2	200	2,0	—130 + —80
13,5	400	8,0	—80 + —50
14,1	1000	7,2	До 1000
14,9	1400		
16,3	1800	<b>[19]*33</b>	
		7,6	300
<b>GeO<sub>2</sub> [19]</b>		9,2	600
7,59*27	25—350	10,0	900
9,98*28	25—480	(10,5)	1100
5,36*29	25—480	10,8	1200
7,0*29	400—800	(11,2)	1300
		11,6	1500
<b>SrO [19]</b>		<b>[19]</b>	
13,9	Комнатная	5,5—11,0	20—1200
13,3*1	0—1200	10,2*34	20—1600
		12,7*35	20—1600
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [139]*30</b>		13,0*36	20—1600
7,2	20—1000	<b>[77]*37</b>	
<b>[19]</b>		10,8	25—1200
8,2	0—1000	11,6	25—1500
8,8*31	20—1000	<b>[146]*38</b>	
9,3	0—1400	7,6	20—127
1,2*32, *2	200	8,2	20—327
2,9*32, *2	400	8,2	20—527
4,7*32, *2	600	8,4	20—727
6,3*32, *2	800	9,7	20—927
8,0*32, *2	1000	10,7	20—1127
9,8*32, *2	1200	11,3	20—1327
11,7*32, *2	1400	11,8	20—1527
<b>[77]</b>		12,2	20—1727
6,9	200	12,5	20—1927
7,3	400	12,7	20—2127
		13,0	20—2327
		<b>[1]</b>	
		7,5	0—1000

I		I	
1	2	1	2
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [19]*<sup>39</sup></b>		<b>CeO<sub>2</sub> [19]</b>	
0,0	0—200	11,9* <sup>45</sup>	0—1200
-1,2	200—400	13,4* <sup>46</sup>	0—1200
+1,4	400—850	8,5—8,6* <sup>47</sup>	0—1000
<b>[120]*<sup>40</sup></b>		<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]</b>	
$a=21,1848 \times (1 + 0,56328 \cdot 10^{-5}T)$ , $c=19,3680 \times$ $\times (1 + 0,58856 \times$ $\times 10^{-5}T)$ , $\beta =$ $=119,63 \times (1 +$ $+0,26456 \cdot 10^{-5}T)$ , $V=1363,4 (1 +$ $+0,880152 \cdot 10^{-5}T)$	25—800	8,0	25—100
<b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [131]*<sup>41</sup></b>		<b>[1]</b>	
7,20±0,06	30—968	8,3	25—1050
<b>SnO<sub>2</sub> [19]</b>		<b>PrO<sub>1,70</sub> [1]</b>	
3,4	Комнатная	22	25—1050
3,76	22—650	<b>PrO<sub>1,78</sub> [1]</b>	
4* <sup>42</sup>	0—800	11	25—1050
5,28* <sup>43</sup>	—	<b>Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub> [1]</b>	
<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]*<sup>44</sup></b>		8	25—1050
5,86	100	<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]*<sup>48</sup></b>	
7,92	150	1,53	100
8,45	200	4,26	150
9,11	250	6,91	250
9,38	300	8,90	300
9,78	350	9,97	400
10,05	400	10,60	500
10,36	450	10,99	600
10,46	500	11,44	700
10,68	550	11,35	800
10,88	600	11,23	900
11,20	700	11,37	1000
11,61	800	11,41	1050
11,81	900	<b>[19]</b>	
12,01	1000	11,8	100—1000
12,04	1050	<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]*<sup>49</sup></b>	
<b>[19]</b>		9,9	100—1000
12,~	Комнатная		

1	2	1	2
[145]		<b>HfO<sub>2</sub></b> [19, c.71]	
10,8	20—1000	6,12	—231— +287
<b>Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [19]		7,06	—231— +1468
10,5* <sup>50</sup>	30—800	6,84	+287— +847
10,4	0—1000	[1]* <sup>54</sup>	
10,3	0—1200	5,8	250—1300
<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [19]		[77]	
10,0	30—840	6,19	24—538
10,5* <sup>51</sup>	25—1000	6,84	538—1093
<b>TbO<sub>1,81</sub></b> [1]		7,05	24—1482
3	25—1050	6,45	20—1700
<b>Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [19]		<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [19]* <sup>1</sup>	
8,3	30—840	0,8	0—400
<b>Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [19]		4,0	500—800
8,44	—	<b>ThO<sub>2</sub></b> [19]* <sup>55</sup>	
<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [132]* <sup>52</sup>		8,95	—230 ÷ +287
5,7	100—300	9,9	287—847
[145]		11,07	847—1407
7,9—8,2	20—1000	12,31	1407—1967
<b>Tu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [132]* <sup>52</sup>		13,31	1967—2247
7,1	100—300	10,9	—230—2247
8,2* <sup>53</sup>	—	[1]	
<b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [132]* <sup>52</sup>		9,1	20—800
4,9	100—300	9,67* <sup>56</sup>	100—1230
[19]		<b>UO<sub>2</sub></b> [19]* <sup>57</sup>	
8,2	0—1000	9,07	27—400
9,3	25—1000	10,8	400—800
<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [145]		13,0	800—1260
7,8	20—1000	[19]* <sup>58</sup>	
		9,28	27—400
		10,7	400—800
		12,9 ●	800—1260
		[19]* <sup>59</sup>	
		9,03	27—400
		11,04	400—800
		12,9	800—1260

1	2	1	2
[19] <sup>*60</sup>		Сm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [179]	
9,76	27—400	6,6 <sup>*61</sup>	500—800
10,8	400—800		
12,9	800—1260		
[1]		Сm <sub>7</sub> O <sub>12</sub> [179]	
10,0	0—1000	8,8	До 650
PuO <sub>2</sub> [1]		СmO <sub>2</sub> [179] <sup>*62</sup>	
9±1	20—500	8,1	До 440
11,4	до 1000		
15,2	125—911		

<sup>\*1</sup> Из графика. <sup>\*2</sup> Спеченные поликристаллические образцы. <sup>\*3</sup> Истинный коэффициент линейного расширения. <sup>\*4</sup> На воздухе. <sup>\*5</sup> В аргоне. <sup>\*6</sup> Спеченный глинозем. <sup>\*7</sup> 99% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19]. <sup>\*8</sup> [1]. <sup>\*9</sup> 100% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, кажущаяся пористость 1,7%, объемная плотность 3830 кг/м<sup>3</sup>, температура обжига 1730°С. <sup>\*10</sup> Кристаллический. <sup>\*11</sup> Кремнистое стекло. <sup>\*12</sup> Плавленный SiO<sub>2</sub>. <sup>\*13</sup> Образец грубозернистый. <sup>\*14</sup> [19]. <sup>\*15</sup> [1]. <sup>\*16</sup> Образец из плавленного окисла. <sup>\*17</sup> Спеченный, относительная плотность 0,96—0,97 при нулевой открытой пористости. <sup>\*18</sup> Из графика, в вакууме. <sup>\*19</sup> Плотность 3310 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*20</sup> Плотность 3960 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*21</sup> Рутил. <sup>\*22</sup> Вюстит. <sup>\*23</sup> В азоте. <sup>\*24</sup> Прессованный порошок. <sup>\*25</sup> [19]. <sup>\*26</sup> В кислороде, среднее значение коэффициента. <sup>\*27</sup> Стекловидный. <sup>\*28</sup> Гексагональный. <sup>\*29</sup> Тетрагональный. <sup>\*30</sup> Спеченная керамика 99,85% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, относительная плотность 96,5%, нулевая кажущаяся пористость. <sup>\*31</sup> [145]. <sup>\*32</sup> Образец обожжен до 1400°С, кажущаяся пористость 42,3%, кажущаяся плотность 2860 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*33</sup> Плавленный, кубический, 100% ZrO<sub>2</sub>. <sup>\*34</sup> Термопарные чехлы, объемная плотность 5430 кг/м<sup>3</sup>, пористость 0,68%. <sup>\*35</sup> То же, объемная плотность 5450 кг/м<sup>3</sup>, пористость 0,28%. <sup>\*36</sup> То же, объемная плотность 4950 кг/м<sup>3</sup>, пористость 2,93%. <sup>\*37</sup> Стабилизированный. <sup>\*38</sup> Чистота 99,8%, стабилизированный 6% (по массе) CaO. <sup>\*39</sup> 99,6% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, остатки Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. <sup>\*40</sup> Термическое расширение по кристаллографическим осям  $\alpha$ -Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,  $\alpha$  и  $\gamma$  — в нм,  $\beta$  — в градусах,  $\theta$  — в °С,  $V$  — в куб. нм. <sup>\*41</sup> Порошок, спеченный при 1000°С в течение 24 ч, параметры решетки  $a_t$  и  $a_0$  определяются из уравнения  $a_t = a_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$ ,  $\alpha = (7,20 \pm 0,06)10^{-6}$ ,  $\beta = (1,15 \pm 0,08)10^{-9}$  для интервала 30—968°С,  $a_t$  и  $a_0$  справедливы для ( $t$  и 0°С). <sup>\*42</sup> [1]. <sup>\*43</sup> Средний коэффициент [52]. <sup>\*44</sup> В образце спектральным анализом примеси: 0,05% Sm, 0,04% Si, 0,02% Eu, 0,01% Fe, 0,0005% Mg, 0,02% Dy, 0,01% Gd. <sup>\*45</sup> Образец: 80% CeO<sub>2</sub>, 20% ZrO<sub>2</sub>, нулевая открытая пористость. <sup>\*46</sup> То же, открытая пористость 0,3%. <sup>\*47</sup> [1]. <sup>\*48</sup> Примеси спектральным анализом: 0,02% Sm, 0,002% Si, 0,005% Eu, 0,05% Fe, 0,0005% Mg, 0,02% Dy, 0,01% Gd. <sup>\*49</sup> После обжига при 1500°С, плотность 7400 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*50</sup> Горячепрессованный образец с плотностью, составляющей 95% теоретической, вероятно, моноклинный окисел. <sup>\*51</sup> Плотность 7400 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*52</sup> Спеченный 48 ч при 1100°С. <sup>\*53</sup> [19]. <sup>\*54</sup> Моноклинный. <sup>\*55</sup> Спеченный при 968°С. <sup>\*56</sup> Чистый. <sup>\*57</sup> Величина частиц от 0 до 5 мкм, при нагревании. <sup>\*58</sup> То же, при охлаждении. <sup>\*59</sup> Величина частиц от 15 до 20 мкм, при нагревании. <sup>\*60</sup> То же, при охлаждении. <sup>\*61</sup> С-форма, в атмосфере водорода с гелием. <sup>\*62</sup> В кислороде.

# 21. АНИЗОТРОПИЯ ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОвого РАСШИРЕНИЯ

Линейный коэффициент теплового расширения $\alpha \cdot 10^6$ , $1/^\circ\text{C}$		Температура, $^\circ\text{C}$	Линейный коэффициент теплового расширения $\alpha \cdot 10^6$ , $1/^\circ\text{C}$		Температура, $^\circ\text{C}$
ось c	⊥ ось c		ось c	⊥ ось c	
1	2	3	1	2	3
<b>BeO [19]</b>					
5,1	5,3	18	6,0	7,1	100
9,8	11,0	1025	8,9	9,7	500
			13,8	14,2	1000
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [37]*1</b>					
6,460	5,819	127	6,66	[169, с. 15]*2	20—50
6,983	6,303	227	9,03	—	20—1000
7,385	6,675	327	—	5,0	50
7,713	6,975	427		SiO <sub>2</sub> [127]*3	
7,991	7,228	527			
8,232	7,447	627	4,1	6,6*4	25—400
8,447	7,641	727			
8,641	7,814	827		TiO <sub>2</sub> [133]*5	
8,818	7,973	927		$\alpha_{\perp} = 7,249 \cdot 10^{-6} +$	
8,983	8,119	1027		$+ 3,653 \cdot 10^{-9} t +$	
9,138	8,255	1127		$+ 6,329 \cdot 10^{-12} t^2$	30—650
9,283	8,383	1227			
9,421	8,504	1327		[133]*6	
9,552	8,618	1427		$\alpha_{\perp} = 3,583 \cdot 10^{-6} +$	
9,678	8,728	1527		$+ 5,610 \cdot 10^{-9} t +$	28—712
9,800	8,833	1627		$+ 4,315 \cdot 10^{-12} t^2$	
9,917	8,932	1727			
10,031	9,032	1827			

1	2	3	1	2	3
	[127] <sup>*5</sup>			ZrO <sub>2</sub> [134] <sup>*11</sup>	
10,1	8,0	25—400	14,2	8,5 <sup>*4</sup>	20—800
10,8 <sup>*7</sup>	8,3 <sup>*7</sup> , <sup>*4</sup>	400—800	14,2	9,7 <sup>*4</sup>	800—1000
	VO <sub>2</sub> [127]		~15,8	~11,6 <sup>*4</sup>	1000—1200
21,4	8,5 <sup>*4</sup>	100—400		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [120] <sup>*12</sup>	
	CrO <sub>2</sub> [127]		5,886	5,633 <sup>*4</sup>	25—800
—10,3	16,2	25—290		Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [58] <sup>*13</sup>	
6,93	MnO <sub>2</sub> [19] <sup>*8</sup>	25—500	$\alpha_c = 5,246 \cdot 10^{-8} +$ $+6,369 \cdot 10^{-9} t -$ $-7,480 \cdot 10^{-14} t^2$	$\alpha_a = 5,350 \cdot 10^{-8} +$ $+1,281 \cdot 10^{-9} t -$ $-1,133 \cdot 10^{-14} t^2$	20—850
~5,0	ZnO [19]	0—400		SnO <sub>2</sub> [127] <sup>*14</sup>	25—400
~4,6	~5,5 <sup>*4</sup> ~9,0 <sup>*4</sup>	400—1200	5,6	4,3 <sup>*4</sup>	
	GeO <sub>2</sub> [23] <sup>*9</sup>			La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [99] <sup>*15</sup>	900—1300
$\alpha_{\perp} = 1,268 \cdot 10^{-6} +$ $+1,359 \cdot 10^{-8} t -$ $-1,032 \cdot 10^{-14} t^2$	$\alpha_{\perp} = 10,558 \cdot 10^{-6} +$ $+8,813 \cdot 10^{-9} t -$ $-5,785 \cdot 10^{-12} t^2$	30—516	17,10	10,64 <sup>*4</sup>	
3,7	[127]			HfO <sub>2</sub> [134] <sup>*16</sup>	20—200
	8,0 <sup>*4</sup>	25—400	11,9	5,1 <sup>*4</sup>	200—400
	[119, с. 74] <sup>*10</sup>		11,9	5,9 <sup>*4</sup>	400—600
3,8	10,8 <sup>*4</sup>	400—800	12,2	7,6 <sup>*4</sup>	600—800
			12,2	8,8 <sup>*4</sup>	800—1200
			12,6	10,2 <sup>*4</sup>	

\* Состав монокристаллов, % (по массе): 99,992 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7·10<sup>-4</sup> Fe, <10<sup>-3</sup> Cu, 2·10<sup>-4</sup> Mg, 5·10<sup>-5</sup> Mn, 4·10<sup>-3</sup> Si, 3·10<sup>-4</sup> Cr, 4·10<sup>-4</sup> Ca, 7·10<sup>-4</sup> Ga, <2·10<sup>-4</sup> V, 8·10<sup>-5</sup> Mo. \*\* Стишовит. \*4 Вдоль оси  $\alpha$ . \*5 Рутил. \*6 Анагас. \*7 Рутил [19]. \*\*  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>. \*8 Гексагональный. \*9 Тетрагональный. \*10 Моноклиный, чистота 99,7%. \*11 Моноклиный. \*12  $\alpha$ -Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, моноклиный. \*13 Структура корунда. \*14 Касситерит. \*15 Гексагональная А-форма. \*16 Моноклиный, чистота 99,1% (0,8% ZrO<sub>2</sub>).

# 22. ПАРАМЕТРЫ ДИФФУЗИИ КИСЛОРОДА В МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

$D = D_0 \exp(-E/RT)$  [1; 77; 202—205; 631]

Основной элемент	Температура, К	$D$ и $D_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с. Значения $D_0$ даются без буквенного символа	Энергия активации $E \cdot 10^{-3}$ , кДж/кмоль
1	2	3	4
Si	— 1573	0,21 $D = 1,8 \cdot 10^{-10}$	240,74*1 —
$\alpha$ -Ti	963—1113 1023—1423	$5,08 \cdot 10^{-3}$ $4 \pm 13 (\Delta C)^2$	140,26*2 200,97+18,00 $\Delta C$ *3
$\beta$ -Ti	1193—1473 1403—1623 1023—1423	$3,14 \cdot 10^4$ 0,083 0,14	287,63*2 142,35*4 138,16*5
V	343—453 —	0,011 ( $1,3 \pm 0,32$ ) $\cdot 10^{-2}$	121,42 121,46 $\pm 0,80$ *6
Fe	1833—1933	( $5,59 \pm 0,80$ ) $\cdot 10^{-3}$	81,64 $\pm 3,14$ *7
Cu	928—1073 1073—1273	4,5 —	179,20*8 —*9
Ge	—	0,17	129,6*1
$\alpha$ -Zr	673—858 673—858 673—1773 973 973	5,2 9,4 5,4 $9,13 \cdot 10^{-5}$ 69,2	213,53 216,79 $\pm 0,92$ 212,69 124,77*2 235,3*2
$\beta$ -Zr	1553 1350 1450 1550	$5,25 \cdot 10^{-6}$ $D = 0,32 \cdot 10^{-7}$ $D = 1,18 \cdot 10^{-7}$ $D = 3,69 \cdot 10^{-7}$	— — — —
Nb	— — — — 313—423 421—441 473—548 873—1273	$1,47 \cdot 10^{-2}$ 0,015 0,021 0,021 0,0212 $\pm 0,0073$ 0,0147 $2 \cdot 10^{-5}$ 0,00407	115,87*10 115,14 112,4 120,58*6 112,67 $\pm 1,05$ *6 115,56*6 95,46*11 104,25*12
Ag	685—1135	$2,72 \cdot 10^{-2}$	46,0*10
Hf	773—1620	0,4—1,4	233,83*2
Ta	— — 323—423 429—628 523—723 973—1673	0,03 $44 \cdot 10^{-4}$ 0,0044 $\pm 0,0008$ 0,019 $8 \cdot 10^{-5}$ 0,015	121,42*2 106,2 106,55 $\pm 0,54$ *6 114,30*6 114,72*11 111,79*13



1	2	3	4
W	— — 1973	1,3 0,01 $D=3 \cdot 10^{-7}$	100,48*6 261,26 —*14

\*1 Специфические методы, применяемые для полупроводников. \*2 Химический метод. \*3 Параметры определены методами рентгеноструктурным и измерения микротвердости при снятии слоев;  $\Delta C$  — избыточная концентрация кислорода по отношению к концентрации в сердцевине образца; для области растворов до 1% ат. кислорода; иодидный титан в очищенном кислороде. \*4 При большом разбавлении. \*5 Рентгеноструктурный, микротвердости при снятии слоев; объемная диффузия для технического титана на воздухе; погрешность  $\pm 3\%$ ; практически не зависит от концентрации кислорода; при всех температурах  $D_\alpha < D_\beta$ ; при температуре полиморфного превращения  $D_\beta/D_\alpha \approx 40$ . \*6 Метод внутреннего трения. \*7 Жидкое железо, капиллярный метод. \*8 Монокристалл. \*9  $\lg D = 0,8805 - 11985/T$ , для грани [110]  $\lg D = -9,078 - 2044/T$ , для грани [100]  $\lg D = -3,447 - 8229/T$ , для грани [111]  $\lg D = -7,427 - 3799/T$ , медь чистоты 99,999%. \*10 Металлографический метод. \*11 Метод измерения привеса образца. \*12 Метод насыщения образца кислородом. \*13 Метод измерения микротвердости. \*14 Поликристалл.

## 23. ПАРАМЕТРЫ ДИФФУЗИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ОКИСЛЫ

( $D = D_0 \cdot \exp(-E/RT)$ , м<sup>2</sup>/с)

[1; 24—26; 40; 59; 60; 105—112; 117; 119; 121—123; 126; 129, 130; 157; 161; 168; 170; 172; 174; 175; 177; 199—201]

Диффундирующий элемент	Температура, °C	$D$ и $D_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с*	Энергия активации	
			$E \cdot 10^{-3}$ , кДж/кмоль	$E$ , эВ*1
1	2	3	4	5
<b>BeO</b>				
He	1080—1400	$2,5 \cdot 10^{-3}$	333,00	3,45*2
Be	—	$1,26 \cdot 10^{-6}$	151,14	1,57*3
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
O	77—377	$2,49 \cdot 10^{-2}$	$137,33 \pm 33,49$	$1,42 \pm 0,35$ *4
<b>MgO</b>				
O <sup>2-</sup>	1100—1400	$4,5 \cdot 10^{-5}$	252,05	2,61*5
	1100—1400	$1,3 \cdot 10^{-5}$	252,05	2,61*6
	1300—1750	$2,5 \cdot 10^{-6}$	261,6	2,71
O	—	$(11,37 \pm 0,26) \cdot 10^{-2}$	$460,5 \pm 17,6$	$4,78 \pm 0,18$ *7
	1020—1450	—	233,62	2,42*8
	1020—1250	—	252,05	2,62*9
	1250—1450	—	430,4	4,46*9
<sup>18</sup> O	1415	$D = 2 \cdot 10^{-13}$	—	—*10
<sup>28</sup> Mg	1400—1600	0,249	330,76	3,43*11

I	2	3	4	5
$^{26}\text{Mg}$	1450—2400	$4,19(+2,45;$ $-1,55) \cdot 10^{-4}$	$266,40 \pm 7,72$	$2,76 \pm 0,08^{*12}$
$^{28}\text{Mg}^{2+}$	1100—1450	0,54	$308,87 \pm 9,65$	$3,2 \pm 0,1^{*13}$
	1450—1750	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$154,44 \pm 9,65$	$1,6 \pm 0,1^{*14}$
	1450—1750	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$173,74 \pm 9,65$	$1,8 \pm 0,1^{*15}$
$\text{Mg}^{2+}$	1900—2350	$7,43(+12,17;$ $-4,61) \cdot 10^{-2}$	$333,97 \pm$ $\pm 18,34$	$3,46 \pm 0,19$
$\text{Be}^{2+}$	1000—1700	$1,41 \cdot 10^{-5}$	154,44	1,60
	1000—1650	$1,99(+0,24;$ $-0,22) \cdot 10^{-5}$	$162,16 \pm 1,93$	$1,68 \pm 0,02^{*16}$
	1800—2340	$1,99(+0,24;$ $-0,22) \cdot 10^{-5}$	$162,16 \pm 1,93$	$1,68 \pm 0,02^{*17}$
$\text{Al}^{3+}$	1565—1900	2,20	318,2	$3,3^{*18}$
$\text{Ca}^{2+}$	910—1700	$2,95 \cdot 10^{-5}$	205,59	2,13
	790—1850	$8,9 \cdot 10^{-4}$	266,40	2,76
$^{45}\text{Ca}$	1850—2400	$3,43(+4,95;$ $-2,03) \cdot 10^{-3}$	$308,87 \pm$ $\pm 19,30$	$3,2 \pm 0,2^{*19}$
$^{46}\text{Sc}$	1500	$D=3 \cdot 10^{-10} \pm$ $\pm 7,4 \cdot 10^{-12}$	—	— $^{*11}$
$\text{Cr}^{3+}$	1300—1700	$9,8 \cdot 10^{-4}$	284,74	2,95
$\text{Mn}^{2+}$	1300—1700	$4,1 \cdot 10^{-7}$	116,79	1,21
$\text{Fe}^{2+}$	1050—1720	$8,93 \cdot 10^{-5}$	174,71	1,81
	1310—1690	$3,2 \cdot 10^{-4}$	175,67	1,82
$\text{Co}^{3+}$	1000—1810	$5,78 \cdot 10^{-5}$	198,84	2,06
$\text{Ni}^{2+}$	1900—2460	$1,80 \cdot 10^{-5}$	202,70	2,10
$^{63}\text{Ni}$	1200—1300	$6 \cdot 10^{-6}$	173,74	$1,8^{*16}$
$^{63}\text{Ni}^{2+}$	1900—2500	$1,4(+4,8;$ $-1,1) \cdot 10^{-2}$	$318,52 \pm$ $\pm 28,96$	$3,3 \pm 0,3^{*20}$
$\text{Ni}$	1450	$D=0,2 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*21}$
	1480	$D=0,28 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1510	$D=0,57 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1550	$D=0,74 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1480	$D=0,52 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*22}$
	1510	$D=0,73 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1550	$D=1,5 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1450	$D=1,2 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*23}$
	1510	$D=3,15 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1550	$D=6,1 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1450	$D=1,7 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*24}$
	1400	$D=1,45 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*25}$
	1450	$D=2,8 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1510	$D=5,87 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1550	$D=1,0 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1450	$D=8,0 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*26}$
	1450	$D=19 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*27}$
	1480	$D=0,25 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*28}$
	1510	$D=0,60 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*28}$
	1550	$D=0,80 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1450	$D=0,23 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*29}$
	1510	$D=0,58 \cdot 10^{-10}$	—	—
	1550	$D=0,70 \cdot 10^{-10}$	—	—

1	2	3	4	5
$Zn^{2+}$	1000—1645	$1,48 \cdot 10^{-5}$	178,57	1,85
$^{68}Ge$	1850—2400	$0,34(+0,70;$ $-0,23)$	$386,10 \pm$ $\pm 19,30$	$4,0 \pm 0,2$
$^{85}Sr^{2+}$	1000—1600	$6,0(+10,7;$ $-3,8)10^{-4}$	$280,88 \pm$ $\pm 12,55$	$2,91 \pm$ $\pm 0,13^{*19, 20, *30}$
$Sr^{2+}$	выше 1900	$1,14 \cdot 10^{-2}$	$337,83 \pm$ $\pm 38,61$	$3,5 \pm 0,4$
$^{91}Y^{3+}$	1440—1760	$(2,11 \pm 0,18) \times$ $\times 10^{-2}$	$299,00 \pm 6,70$	$3,10 \pm 0,07^{*31}$
$Cd^{2+}$	1800—2300	$1,7(+6,0;$ $-1,4)10^{-2}$	$328,18 \pm$ $\pm 28,9$	$3,4 \pm 0,3^{*17}$
$Ba^{2+}$	1008—1724	$7 \cdot 10^{-2}$	326,25	$3,83^{*32}$
	1008—1724	$6,3 \cdot 10^{-5}$	178,57	$1,85^{*33}$
$^{133}Ba^{2+}$	1900—2500	$2,8(+13,2;$ $-2,3)10^{-2}$	$337,83 \pm$ $\pm 28,9$	$3,5 \pm 0,3$
$Al_2O_3$				
O	1200—1600	$6,3 \cdot 10^{-8}$	$241,16 \pm 14,6$	$2,50 \pm 0,15^{*11}$
	1500—1780	1900	636,4	$6,59^{*11}$
$O^{2-}$	1500	$D=2 \cdot 10^{-16}$	—	— $^{*35, *3}$
	1600	$D=2 \cdot 10^{-15}$	—	—
	1700	$D=2 \cdot 10^{-14}$	—	—
	1800	$D=2 \cdot 10^{-13}$	—	—
	1500	$D=3 \cdot 10^{-14}$	—	— $^{*34, *36, *36}$
	1600	$D=2 \cdot 10^{-13}$	—	—
	1700	$D=1 \cdot 10^{-12}$	—	—
	1800	$D=8 \cdot 10^{-12}$	—	—
	1727	$D=8,1 \cdot 10^{-14}$	—	— $^{*11}$
	1727	$D=2,7 \cdot 10^{-12}$	—	— $^{*36}$
	1727	$D=7,5 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*37}$
	1727	$D=4,6 \cdot 10^{-9}$	—	—
	—	$1,6 \cdot 10^3$	636,39	$6,59^{*11}$
	—	$2,5 \cdot 10^5$	565,22	$5,86^{*37}$
	—	$3,6 \cdot 10^8$	594,53	6,16
	—	$10^7$	690,82	7,16
$Al^{3+}$	1727	$D=1,4 \cdot 10^{-11}$	—	— $^{*36}$
$^{26}Al$	1670—1905	28	$477,30 \pm 63,6$	$4,94 \pm 0,66^{*38}$
$Al^{3+}$	1700	$D=7 \cdot 10^{-12}$	—	— $^{*39, *3}$
	1800	$D=4 \cdot 10^{-11}$	—	—
	1900	$D=2 \cdot 10^{-10}$	—	—
$^{22}Na$	1223—1750	$(2,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-2}$	$209,34 \pm 8,37$	$2,17 \pm 0,09^{*40}$
	1505	$D=0,0158 \div 0,0184$	—	— $^{*41}$
	1568	$D=0,0229$	—	—
	1568	$D=0,0123$	—	— $^{*42}$
$^{45}Ca$	1397	$D=30$	—	— $^{*40}$
$^{59}Fe$	900—1100	$1,37 \cdot 10^{-8}$	46,06	$0,48^{*43}$
	900—1100	$9,18 \cdot 10^{-8}$	113,04	$1,17^{*44}$
	900—1100	$3,17 \cdot 10^{-8}$	79,55	$0,82^{*45}$

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### SiO<sub>2</sub>

D <sub>2</sub>	385	$D=2,1 \cdot 10^{-7}$	—	—*46
	385	$D=9,7 \cdot 10^{-7}$	—	—*47
<sup>3</sup> He	306	$D=2,88 \cdot 10^{-6}$	—	—*48
	415	$D=6,73 \cdot 10^{-6}$	—	—
	513	$D=12,5 \cdot 10^{-6}$	—	—
	602	$D=19,1 \cdot 10^{-6}$	—	—
<sup>4</sup> He	306	$D=2,67 \cdot 10^{-6}$	—	—*48
	415	$D=6,14 \cdot 10^{-6}$	—	—
	513	$D=11,3 \cdot 10^{-6}$	—	—
	602	$D=17,1 \cdot 10^{-6}$	—	—
O	1000	$D=10^{-14}$	—	—*11
<sup>18</sup> O	850—1250	$2 \cdot 10^{-9}$	$121,4 \pm 0,8$	$1,26 \pm \pm 0,009^{*49}$
B	—	$3,01 \cdot 10^{-2}$	343,62	3,56*31
	—	$1,61 \cdot 10^{-5}$	272,19	2,82
	—	$1,23 \cdot 10^{-4}$	327,21	3,39
	—	$7,38 \cdot 10^{-4}$	345,55	3,58*50
P	До 1150	$3,9 \cdot 10^{-12}$	133,98	1,39
	900—1250	$3,2 \cdot 10^{-9}$	105,27	1,09*19, *31
	—	$1,9 \cdot 10^{-9}$	105,27	1,09
	—	$1,86 \cdot 10^{-1}$	389,00	4,03*51, *50
Ga	—	$1,04 \cdot 10^6$	402,50	4,17*52
As	1100	$D=3,5 \cdot 10^{-15}$	—	—*31, *53
	1100	$D=1,5 \cdot 10^{-16}$	—	—*54
	—	$2,48 \cdot 10^3$	473,00	4,90*31, *55
Sb	—	$1,31 \cdot 10^{16}$	844,57	8,75*56, *57

### CaO

Ca	900—1640	0,4	339,13	3,51*58
	1100	$D=2,1 \cdot 10^{-13}$	—	—*11, *59
	1200	$D=8 \cdot 10^{-13}$	—	—
	1300	$D=2,2 \cdot 10^{-12}$	—	—
	1400	$D=6,7 \cdot 10^{-12}$	—	—
	1500	$D=2 \cdot 10^{-11}$	—	—
<sup>45</sup> Ca	1000—1400	$(8,75 \pm 1,32) \cdot 10^{-8}$	$144,86 \pm 3,98$	$1,50 \pm 0,04^{*60}$
	1000—1400	$(1,95 \pm 0,6) \cdot 10^{-7}$	142,43	1,48*61

### Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

<sup>18</sup> O	1106—1298	$7,72 \cdot 10^{-4}$	160	1,6*62
-----------------	-----------	----------------------	-----	--------

### TiO\*63

<sup>44</sup> Ti	1250—1555	0,3*64 и 1,0*65	~272,14*66	~2,82*19
------------------	-----------	-----------------	------------	----------

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

### TiO<sub>2</sub>

O	900—1000	$2,88 \cdot 10^{-1}$	222,74	2,31* <sup>67</sup>
	710—1300	$2,0 \cdot 10^{-3}$	251,21	2,60* <sup>68</sup>
	860—1025	1,1	305,64	3,17* <sup>69</sup>
<sup>18</sup> O	950—1400	$1,7 \cdot 10^{-2}$	276,33	2,86* <sup>11, *3</sup>
	806	$D=(1,7 \pm 0,05)10^{-15}$	—	—* <sup>70</sup>
	806	$D=(0,32 \pm 0,01) \times 10^{-15}$	—	—* <sup>71</sup>
	806	$D=(6,7 \pm 0,2)10^{-15}$	—	—* <sup>72</sup>
	806	$D=(6,2 \pm 0,1)10^{-15}$	—	—* <sup>73</sup>
	806	$D=(6,6 \pm 0,1)10^{-15}$	—	—* <sup>74</sup>
	806	$D=(6,1 \pm 0,2)10^{-15}$	—	—* <sup>75</sup>
	806	$D=(5,9 \pm 0,2)10^{-15}$	—	—* <sup>76</sup>
	806	$D=(6,3 \pm 0,1)10^{-15}$	—	—* <sup>77</sup>
	806	$D=(2,1 \pm 0,03)10^{-15}$	—	—* <sup>78</sup>
	806	$D=(7,3 \pm 0,2)10^{-15}$	—	—* <sup>79</sup>
	806	$D=(6,8 \pm 0,2)10^{-15}$	—	—* <sup>80</sup>
	806	$D=(6,3 \pm 0,3)10^{-15}$	—	—* <sup>81</sup>
	710—950	—	255,4	2,65
			или 314,0	или 3,25* <sup>82</sup>
	950—1300	—	96,3	1,0
			или 221,9	или 2,30* <sup>82</sup>
<sup>50</sup> Fe	800—1000	$1,73 \cdot 10^{-5}$	142,35	1,47* <sup>83</sup>
	800—1000	$1,10 \cdot 10^{-8}$	52,96	0,55* <sup>84</sup>
	800—1000	$1,98 \cdot 10^{-2}$	230,27	2,38* <sup>85</sup>
	800—1000	$1,55 \cdot 10^{-5}$	142,35	1,47* <sup>81</sup>
	770—1000	$2,69 \cdot 10^{-4}$	142,35	1,47* <sup>86</sup>
	770—1000	$6,17 \cdot 10^{-6}$	57,78	0,60* <sup>87</sup>
	770—1000	0,192	231,95	2,40* <sup>88</sup>
	770—1000	$1,13 \cdot 10^{-3}$	145,28	1,50* <sup>81</sup>
	950—1050	$2,04 \cdot 10^{-2}$	139,84	1,45* <sup>89</sup>

### V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

O	560—650	$2 \cdot 10^4$	255,39	2,65* <sup>90</sup>
---	---------	----------------	--------	---------------------

### Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

O	—	—	422,9	4,38
<sup>50</sup> Fe	До 1000	Незначительное проникновение	—	—* <sup>91</sup>
Cr	1000—1350	$4 \cdot 10^3$	418,68	4,34

### MnO<sub>2</sub>

H+	25	$D=(8 \pm 5)10^{-8}$	—	—* <sup>92</sup>
----	----	----------------------	---	------------------

### FeO

O	—	—	—	—* <sup>93</sup>
Fe	600—910	$6 \cdot 10^{-5}$	$104,67 \pm 12,56$	$1,08 \pm 0,13$ * <sup>3</sup>
Fe	1200	$D \approx 10^{-7}$	—	—* <sup>94</sup>
S	1050	$D=4,1 \cdot 10^{-8}$	—	—* <sup>95</sup>

1	2	3	4	5
<b>FeO<sub>1,087</sub></b>				
Fe	690—1010	0,014	126,44	1,31* <sup>3</sup>
<b>FeO<sub>1,09</sub></b>				
Fe	—	$4,1 \cdot 10^{-3}$	116,39	1,21* <sup>96</sup>
<b>FeO<sub>1,10</sub></b>				
Fe	1050	$D=(0,9-5) \cdot 10^{-7}$	—	—* <sup>97</sup>
<b>FeO<sub>1,103</sub></b>				
Fe	—	0,012	124,35	1,29* <sup>97</sup>
<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>				
<sup>59</sup> Fe	770—1200	$9,37 \cdot 10^{-2}$	204,32	2,12* <sup>86</sup>
	770—1200	$1,27 \cdot 10^{-3}$	151,56	1,57* <sup>87</sup>
	770—1200	0,250	225,67	2,34* <sup>88</sup>
	770—1200	$1,78 \cdot 10^{-2}$	188,41	1,95* <sup>81</sup>
Fe	750—1000	5,2	230,27	2,38
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
O <sup>2-</sup>	900	$D=10^{-5}$	—	—* <sup>36</sup>
	900	$D=2 \cdot 10^{-10}$	—	—* <sup>37</sup>
	—	$10^{11}$	590,34	6,12* <sup>36</sup>
	—	$5,5 \cdot 10^{10}$	464,73	4,81* <sup>37</sup>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*98</sup></b>				
O	1150—1250	$10^{11}$	611,3	6,33
Fe <sup>3+</sup>	900	$D=3,5 \cdot 10^{-16}$	—	—* <sup>36</sup>
	—	$10^5$	468,92	4,86* <sup>36</sup>
<sup>59</sup> Fe	950—1050	$1,3 \cdot 10^{-6}$	419,52	4,35* <sup>99</sup>
Fe	930—1270	$4 \cdot 10^4$	468,92	4,86
<b>α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>55</sup> Fe	1200	$D=1,1 \cdot 10^{-12}$	—	—* <sup>100</sup>
	1200	$D=5,9 \cdot 10^{-12}$	—	—* <sup>101</sup>
	1200	$D=21,9 \cdot 10^{-12}$	—	—* <sup>102</sup>
	1300	$D=6,9 \cdot 10^{-12}$	—	—* <sup>100</sup>
	1300	$D=31,4 \cdot 10^{-12}$	—	—* <sup>101</sup>
<b>CoO</b>				
Co	800—1300	$2,2 \cdot 10^{-3}$	144,45	1,50* <sup>103</sup>
	1000	$D=2,6 \cdot 10^{-9} \times$ $\times (p_{O_2})^{0,35}$	—	—* <sup>104</sup>
	1350	$D=5,1 \cdot 10^{-8} \times$ $\times (p_{O_2})^{0,28}$	—	—* <sup>104</sup>

1	2	3	4	5
	1150	$D=9,0 \cdot 10^{-9} \times$ $\times (p_{O_2})^{0,3}$	—	—
$^{35}\text{S}$	1000—1090 1050	$5 \cdot 10^{-3}$ $D=3,5 \cdot 10^{-12}$	244,51 —	$2,53^{*11, *62}$ — $^{*105}$

### NiO

$\text{H}^+$	— 25	$D=2 \cdot 10^{-10}$ $D \approx 10^{-15} \div 10^{-16}$	— —	— $^{*106}$ —
$^{35}\text{S}$	1000—1090 1015 1050 1090	$3,87 \cdot 10^{-3}$ $D \approx 10^{-11}$ $D=1,2 \cdot 10^{-11}$ $D=3,8 \cdot 10^{-11}$	238,65 — — —	$2,47^{*11, *62}$ — $^{*107}$ — —
$^{63}\text{Ni}$	1000—1400  1000—1400	$5 \cdot 10^{-4}$  $3,9 \cdot 10^{-4}$	$185,06 \pm 2,51$  $185,06 \pm 0,84$	$1,92 \pm$ $\pm 0,03^{*36, *62}$ $1,92 \pm$
$^{63}\text{Ni}$	1182—1762 1182—1762	$(4,8 \pm 1,3) \cdot 10^{-2}$ $(2,1 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}$	$254,56 \pm 2,51$ $262,51 \pm 1,26$	$2,64 \pm 0,03$ $2,72 \pm 0,01$
	800	$D=(6,0 \pm 1,5) 10^{-14}$	—	— $^{*36, *3}$
Ni	740—1400	0,017	234,46	2,43
Ni	1140—1400	$2,8 \cdot 10^6$	496,32	5,14
$^{51}\text{Cr}$	1192—1642	$(8,6 \pm 1,2) 10^{-3}$	$282,19 \pm 4,61$	$2,92 \pm$ $\pm 0,05^{*110}$
	1000	$D=2 \cdot 10^{-12}$	—	— $^{*111}$
	1300	$D=2,5 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*112}$
$\text{Cr}^{3+}$	1330—1580	$4 \cdot 10^{-3}$	230,27	$2,39^{*113}$
	1330	$D=3,3 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*114}$
	1383	$D=7,0 \cdot 10^{-10}$	—	— $^{*115}$
	1450	$D=1,2 \cdot 10^{-9}$	—	— $^{*116}$
	1580	$D=6,2 \cdot 10^{-9}$	—	— $^{*117}$
$^{51}\text{Cr}$	1100—1250	$9,36 \cdot 10^{-5}$	196,78	$2,04^{*118}$
$^{58}\text{Fe}$	1000—1400	$(1,81 \pm 0,02) 10^{-3}$	$186,31 \pm 0,84$	$1,93 \pm 0,01^{*111}$
$^{58}\text{Co}$	1085—1649	$(9,12 \pm 0,58) 10^{-3}$	$226,770 \pm$ $\pm 1,947$	$2,349 \pm$ $\pm 0,020^{*119}$

### $\text{Cu}_2\text{O}$

O	—	0,0065	164,54	$1,70^{*120}$
Cu	800—1050	0,12	151,14	1,57
	800	$1,9 \cdot 10^{-9}$	—	— $^{*121}$
	850	$4,0 \cdot 10^{-9}$	—	—
	900	$7,7 \cdot 10^{-9}$	—	—
	950	$1,4 \cdot 10^{-8}$	—	—
	1000	$3,2 \cdot 10^{-8}$	—	—
Cu	900—1050	$D \sim p_{O_2}^{1/3,9}$	$100,48 \pm 8,37$	$1,04 \pm 0,1^{*3}$
$^{59}\text{Fe}$	До 800	Незначительное проникновение	—	—

1	2	3	4	5
<b>ZnO</b>				
O	1100—1300	$6,5 \cdot 10^{11}$	690,32	$7,15^{*96}, ^{*122}$
Cu	1100—1250	$2 \cdot 10^7$	$460,6 \pm 9,7$	$4,8 \pm 0,1^{*123}$
Zn	950—1370	1,3	307,73	$3,19^{*124}$
	900—1200	4,8	305,64	$3,17^{*125}$
	—	$5,3 \cdot 10^{-4}$	53,17	$0,55^{*126}$
<b>GeO<sub>2</sub></b>				
He	31—253	$6,1 \cdot 10^{-6}$	20,52	$0,21^{*127}$
Ne	37—400	$5,6 \cdot 10^{-6}$	37,26	$0,39^{*127}$
	—	$2,5 \cdot 10^{-4}$	55,27	$0,57^{*128}$
<b>SrO</b>				
O	1300	$D \sim 2,4 \cdot 10^{-5}$	—	— <sup>*3</sup>
<sup>85</sup> Sr	1200—1400	$4,48(+11,42;$ $-3,22)10^{-4}$	$263,51 \pm 3,67$	$2,76 \pm$ $\pm 0,038^{*3}, ^{*129}$
	1450—1600	$2,52(+15,18;$ $-2,16)10^2$	$444,97 \pm 6,37$	$4,61 \pm 0,066$
	1500	$D \sim p_{O_2}^{1/6}, ^{23}$	—	—
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1064—1241	$6,06 \cdot 10^{-6}$	81,97	$0,8^{*62}, ^{*11}$
Y	1400—1670	$1,65 \cdot 10^{-2}$	289,73	3,00
<b>ZrO<sub>2</sub></b>				
<sup>18</sup> O	600—1000	$2,34 \cdot 10^{-2}$	189,66	$1,96^{*130}, ^{*3}$
	990	$D = (1,9 \pm 0,3)10^{-12}$	—	— <sup>*131</sup>
O	—	—	234,46	2,43
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>				
<sup>18</sup> O	850	$D \parallel [010] \approx 2,1 \cdot 10^{-8}$	—	— <sup>*132</sup>
<sup>18</sup> O	850	$D \perp [010] \approx 1,1 \times$ $\times 10^{-12}$	—	— <sup>*132</sup>
<sup>18</sup> O	900	$D \parallel [010] \approx 8,3 \times$ $\times 10^{-11}$	—	— <sup>*133</sup>
	900	$D \perp [010] \approx 1,4 \times$ $\times 10^{-12}$	—	— <sup>*133</sup>
	900	—	209,34	2,17
O	870—1000	$1,07 \cdot 10^{-2}$	179,20	$1,86^{*134}$
	850—1200	$1,72 \cdot 10^{-2}$	206,00	$2,13^{*135}$
<b>MoO<sub>3</sub></b>				
O	410—500	$9,1 \cdot 10^{-8}$	84,99	$0,88^{*134}$
	—	—	203,06	2,10
<sup>14</sup> C	300	$D = 6,5 \cdot 10^{-12}$	—	— <sup>*136</sup>
	350	$D = 50 \cdot 10^{-12}$	—	— <sup>*136</sup>
	400	$D = 87 \cdot 10^{-12}$	—	— <sup>*136</sup>
	450	$D = 43 \cdot 10^{-11}$	—	— <sup>*136</sup>



1	2	3	4	5
$^{99m}\text{Tc}$	300—450 480—700	$8,9 \cdot 10^{-4}$ $2,0 \cdot 10^{-6}$	88,76 $121,4 \pm 12,6$	$0,92^{*136}$ $1,3 \pm 0,13$
<b>CdO</b>				
$^{115m}\text{Cd}$	1780—2270	$0,017(+0,060;$ $-0,014)$	$328,18 \pm$ $\pm 28,96$	$3,4 \pm 0,3^{*137}$
$^{18}\text{O}$	630—850	$3,8 \cdot 10^6$	$386,0 \pm 17$	$4,0 \pm 0,2^{*138}$
<b>SnO<sub>2</sub></b>				
Sn	—	$10^7$	527,54	5,46
<b>BaO</b>				
Ba <sup>2+</sup>	1080—1230	$10^{31}$	1155,56	$11,97^{*139}$
Ba	327—1077	$10^{-9 \pm 1}$	$41,87 \pm 2,90$	$0,44 \pm$ $\pm 0,03^{*140}$
	1077—1277	$10^{29 \pm 7}$	$1059 \pm 212,3$	$11 \pm 2,2^{*140}$
	327—1077	$3 \cdot 10^{-10 \pm 1}$	$28,97 \pm 4,81$	$0,3 \pm 0,05^{*141}$
	1077—1277	$10^{31 \pm 8}$	$1158,3 \pm$ $\pm 221,9$	$12 \pm 2,3^{*141}$
$^{133}\text{Ba}$	900—950	$7,52 \cdot 10^{-8}$	101,35	$1,05^{*142}$
	950—1100	$1,20(+6,52;$ $-1,01)$	$271,23 \pm$ $\pm 20,27$	$2,81 \pm 0,21^{*142}$
	1200—1400	$1,35(+4,97;$ $-1,06)$	$386,09 \pm$ $\pm 6,47$	$4,00 \pm 0,067^{*142}$
<b>CeO<sub>2</sub></b>				
O	850—1330	$534(+5160; -480)$	$305,97 \times$ $\times(+26,06;$ $-24,13)$	$3,17$ $(+0,27;$ $-0,25)^{*62, *143}$
	780—1230	$9,55(+145;$ $-8,76)10^{-5}$	$90,73$ $(+28,96;$ $-25,10)$	$0,94(+0,3;$ $-0,26)^{*62, *144}$
<b>Pr<sub>7</sub>O<sub>12</sub> (i)</b>				
$^{18}\text{O}$	735—865	$(5,5 \pm 0,6)10^{-6}$	$77,205 \pm$ $\pm 1,047$	$0,800 \pm$ $\pm 0,011^{*145}$
	730—800	$(9 \pm 3)10^{-8}$	$34,374 \pm$ $\pm 3,140$	$0,356 \pm$ $\pm 0,033^{*146}$
	830—930	$(1,3 \pm 0,3)10^{-5}$	$79,947 \pm$ $\pm 1,968$	$0,828 \pm$ $\pm 0,020^{*146}$
	—	$D=(2,9 \pm 0,5) \times$ $\times 10^{-6} \cdot p_{\text{O}_2} \times 0,28 \pm$ $\pm 0,01 \cdot \exp \times$ $\times (-19,050 \pm$ $\pm 0,375)/RT$	—	— <sup>*147</sup>
	—	$D=(6 \pm 4)10^{-9} \times$ $\times p_{\text{O}_2}^{0,25 \pm 0,03} \exp \times$ $(-8,210 \pm 0,750)/RT$	—	— <sup>*148</sup>

1	2	3	4	5
<b>GdO<sub>1,485</sub></b>				
O	750—1050	$5,87 \cdot 10^{-4}$	120,5	$1,2^{*62}$
<b>Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1087—1235	$1,63 \cdot 10^{-5}$	109,86	$1,1^{*11, *62}$
<b>Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1050—1274	$7,18 \cdot 10^{-3}$	169,69	$1,8^{*11, *62}$
<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1060—1292	$1,31 \cdot 10^{-4}$	126,10	$1,3^{*11, *62}$
<b>Tu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1015—1235	$1,14 \cdot 10^{-2}$	190,75	$2,0^{*11, *62}$
<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				
<sup>18</sup> O	1020—1297	$1,88 \cdot 10^{-4}$	124,59	$1,3^{*11, *62}$
<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>				
O	900—1000	$4,26 \cdot 10^{-2}$	179,61	$1,86^{*67}$
<b>PbO</b>				
O Pb	514 490—600	$D \approx 10^{-10}$ $10^5$	— 276,33	— <sup>*3</sup> 2,86
<b>ThO<sub>2</sub></b>				
Th	1846—2045	0,35	625,93	$6,48^{*149}$
<b>UO<sub>2</sub></b>				
H	500—1000	0,037	$59,87 \pm 3,77$	$0,62 \pm$ $\pm 0,04^{*150}$
O	450—600	$2,6 \cdot 10^{-5}$	124,35	$1,29^{*151}$
	160—350	$5,5 \cdot 10^{-3}$	110,12	$1,14^{*152}$
	445	$0,21 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
	465	$0,40 \cdot 10^{-13}$	—	—
	497	$1,8 \cdot 10^{-13}$	—	—
	517	$1,8 \cdot 10^{-13}$	—	—
	522	$2,7 \cdot 10^{-13}$	—	—
	535	$1,4 \cdot 10^{-13}$	—	—
	540	$1,9 \cdot 10^{-13}$	—	—
	571	$5,5 \cdot 10^{-13}$	—	—

1	2	3	4	5
$^{18}\text{O}$	600	$6,8 \cdot 10^{-13}$	—	—
	603	$14 \cdot 10^{-13}$	—	—
	650	$13 \cdot 10^{-13}$	—	—
	686	$6,5 \cdot 10^{-13}$	—	—
	855	$11,5 \cdot 10^{-13}$	—	—
	650—1247	0,26	247,0	$2,56^{*153}$
	400—900	$5 \cdot 10^{-5}$	$87,9 \pm 12,6$	$0,9 \pm 0,1^{*154}$
	400—800	$10^{-4}$	$87,9 \pm 12,6$	$0,9 \pm 0,1^{*155}$
	500—800	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$90,0 \pm 12,6$	$0,93 \pm 0,1^{*156}$
	600—800	$5 \cdot 10^{-4}$	92,1	$0,95^{*157}$
	800—910	$\sim 6 \cdot 10^{-4}$	$\sim 92,1$	$\sim 0,95^{*158}$
	$925 \pm 5$	$D = (1,8 \pm 0,2) \times 10^{-12}$	—	—
	$1025 \pm 5$	$D = (2,3 \pm 0,1) \times 10^{-12}$	—	—
	$1425 \pm 5$	$D = (6,9 \pm 0,3) \times 10^{-12}$	—	—
Ne	1000—1600	$2,25 \cdot 10^{-9}$	139,84	1,45
Kr	800—1600	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$196,78 \pm 8,37$	$2,04 \pm 0,09^{*159}$
	900—1500	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$276,33 \pm 41,87$	$2,86 \pm 0,43^{*160}$
Kr, Xe	900—1900	—	$293,08 \pm 41,87$	$3,04 \pm 0,43^{*161}$
	Kr 1100—1600	$1,9 \cdot 10^{-8}$	$318,20 \pm 16,75$	$3,30 \pm 0,17^{*162}$
Xe	900—1400	$2,9 \cdot 10^{-8}$	$334,94 \pm 16,75$	$3,47 \pm 0,17^{*163}$
	800—1100	$1,1 \cdot 10^{-14}$	$100,48 \pm 4,19$	$1,04 \pm 0,04^{*160}$
	800—1150	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$205,15 \pm 4,19$	$2,12 \pm 0,04^{*159}$
	1000—1500	$5,9 \cdot 10^{-8}$	$192,59 \pm 8,37$	$2,0 \pm 0,1^{*164}$
	800—1500	—	$205,15 \pm 8,37$	$2,12 \pm 0,09^{*165}$
	900—1450	$2,6 \cdot 10^{-9}$	217,71	$2,25^{*164}$
	1100—1400	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$293,08 \pm 20,93$	$3,04 \pm 0,22$
	1200—1600	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$293,08 \pm 41,87$	$3,04 \pm 0,43^{*160}$
	800—1600	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$297,26 \pm 25,12$	$3,08 \pm 0,26^{*160}$
	800—1300	$6,3 \cdot 10^{-6}$	$301,45 \pm 16,75$	$3,12 \pm 0,17^{*162}$
	1100—1550	—	$393,56 \pm 16,75$	$4,08 \pm 0,17^{*166}$
	1100—1500	24	$531,72 \pm 37,68$	$5,51 \pm 0,39^{*164}$
	1100—1400	23	$535,91 \pm 41,87$	$5,55 \pm 0,43^{*160}$
	$^{133}\text{Xe}$ 1065—1300	$2,88(+13,4; -2,4)10^3$	$461,38 \pm 14,48$	$4,78 \pm 0,15^{*11}$

1	2	3	4	5
Xe	1400—2200	$4 \cdot 10^2 \div 1,6 \cdot 10^3$	$579,13 \pm 9,65$	$6,0 \pm 0,1^{*167}$
	950—1700	$5 \cdot 10^{-2} \div 5$	$376,44 \pm 38,61$	$3,9 \pm 0,4$
	600—1300	$1 \cdot 10^{-8} \div 1 \cdot 10^{-4}$	$164,09 \pm 38,61$	$1,7 \pm 0,4^{*168}$
U	1050—1350	$1,3 \cdot 10^{-6}$	230,27	$2,38^{*3, *169}$
<sup>233</sup> U	1400	$D < 10^{-17}$	—	— <sup>*170</sup>
U	1410	$0,6 \div 1,3 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
	1590	$3 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
	1712	$6 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
	1730	$25 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
	1750	$43 \cdot 10^{-13}$	—	— <sup>*3</sup>
		PuO <sub>2</sub>		
<sup>18</sup> O	680—1027	$1,19 \cdot 10^{-3}$	176,2	$1,81^{*3, *171}$

\*<sup>1</sup> В уравнении  $D = D_0 \exp(-E/KT)$  дано в расчете на один атом. \* Значения для  $D_0$  даны в колонках без буквенного индекса. \*<sup>2</sup> Отожженный BeO. \*<sup>3</sup> Самодиффузия. \*<sup>4</sup> Плавный, самодиффузия, примеси: Mg 10 ppm, Si 10 ppm, следы Na, K и Ca. \*<sup>5</sup> Самодиффузия, поликристалл, размер частиц 80—115 меш. \*<sup>6</sup> То же, размер частиц 1700—200 меш. \*<sup>7</sup> Самодиффузия иона кислорода. \*<sup>8</sup> Для хорошо спеченного образца. \*<sup>9</sup> Для свободно спеченного. \*<sup>10</sup> Отжиг в Ag при  $p_{O_2}$  1,013 25 кПа, поликристалл, размер зерна 8 мкм. \*<sup>11</sup> Монокристалл. \*<sup>12</sup> Отжиг в аргоне, общие примеси 700 ppm. \*<sup>13</sup> Отжиг в воздухе, для монокристаллов 99,99% чистоты двух типов (М и V). \*<sup>14</sup> Тип М, примеси, ppm: 250Ca, 30Al, 11Si, 200Fe, 10Mn, 15Cr, 20Na, K < 5. \*<sup>15</sup> Тип V, примеси, ppm: 190Ca, 20Al, 3Si, 200Fe, 8Mn, 12Cr, 15Na, < 5 K. \*<sup>16</sup> Монокристалл 99,99% чистоты, воздух. \*<sup>17</sup> То же, аргон. \*<sup>18</sup> При 1% (мол.) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в MgO. \*<sup>19</sup> Радиоактивный метод (снятие слоев). \*<sup>20</sup> Монокристалл 99,99% чистоты. \*<sup>21</sup> Чистый MgO, химическая диффузия. \*<sup>22</sup> 0,2% (мол.) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>23</sup> 1% (мол.) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>24</sup> 0,2% (мол.) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>25</sup> 0,5% (мол.) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>26</sup> 1% (мол.) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>27</sup> 2,5% (мол.) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>28</sup> 1% (мол.) CoO. \*<sup>29</sup> 5% (мол.) CoO. \*<sup>30</sup> Объемная решеточная диффузия. \*<sup>31</sup> Отжиг в аргоне. \*<sup>32</sup> Слабое проникновение. \*<sup>33</sup> Сильное проникновение. \*<sup>34</sup> Из графика. \*<sup>35</sup> Из графика, монокристалл. \*<sup>36</sup> Поликристалл. \*<sup>37</sup> Из опытов по спеканию. \*<sup>38</sup> Поликристалл, 99,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, отжиг на воздухе. \*<sup>39</sup> Из графика, поликристалл. \*<sup>40</sup> Коммерческий Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 95% теоретической плотности, 0,15% Na<sub>2</sub>O, < 0,03% K<sub>2</sub>O. \*<sup>41</sup> Монокристалл, || оси с. \*<sup>42</sup> То же, ⊥ оси с. \*<sup>43</sup> Корунд, 0,133 Па, давление прессования 19,62 МПа, радиоактивный метод (снятие слоев), диффузия по границам зерен. \*<sup>44</sup> То же, диффузия по объему зерен. \*<sup>45</sup> То же, усредненные данные. \*<sup>46</sup> Плавный, чистота 99,9%, до расстеклования. \*<sup>47</sup> То же, после расстеклования. \*<sup>48</sup> Стекловидный. \*<sup>49</sup> Плавный в кислороде при 101,325 кПа. \*<sup>50</sup> Отжиг в азоте. \*<sup>51</sup> Примеси 0,1—3,5% (мол.). \*<sup>52</sup> Отжиг в водород с азотом. \*<sup>53</sup> Примеси 5,8% мол. \*<sup>54</sup> Отжиг в кислороде, примеси 5% (мол.) As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*<sup>55</sup> Примеси 0,8% (мол.). \*<sup>56</sup> Отжиг в кислороде с азотом. \*<sup>57</sup> Примеси 3,0% (мол.). \*<sup>58</sup> Плотность 91%. \*<sup>59</sup> Оценочные данные. \*<sup>60</sup> Монокристалл, примесь Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,001% (по массе), самодиффузия вблизи поверхности. \*<sup>61</sup> То же, внутри кристалла. \*<sup>62</sup> Отжиг в воздухе. \*<sup>63</sup> TiO<sub>x</sub>,  $x = 0,807 \div 1,259$ . \*<sup>64</sup> При  $x = 0,807$ .

<sup>\*65</sup> При  $x=1,06$ . <sup>\*66</sup> Не зависит от  $x$ . <sup>\*67</sup>  $p_{O_2} = (21,3 \div 101,3)$  кПа. <sup>\*68</sup>  $p_{O_2} = 1,013-101,3$  кПа. <sup>\*69</sup>  $p_{O_2} = 50,66$  кПа. <sup>\*70</sup> Стехиометрический,  $\perp$  оси  $c$ . <sup>\*71</sup> То же,  $\parallel$  оси  $c$ . <sup>\*72</sup>  $\perp$  оси  $c$ , восстановлен в вакууме при  $1200^\circ C$ ,  $1$  ч. <sup>\*73</sup> То же,  $5$  ч. <sup>\*74</sup> То же,  $10$  ч. <sup>\*75</sup> То же, на воздухе,  $1$  ч. <sup>\*76</sup> То же,  $5$  ч. <sup>\*77</sup> То же,  $10$  ч. <sup>\*78</sup> Зернистый образец, стехиометрический. <sup>\*79</sup> То же, восстановлен в вакууме при  $1200^\circ C$ ,  $1$  ч. <sup>\*80</sup> То же, на воздухе. <sup>\*81</sup> Усредненная величина. <sup>\*82</sup> По разным источникам. <sup>\*83</sup> Отжиг на воздухе при атмосферном давлении, давление прессования  $19,62$  МПа, радиоактивный адсорбционный метод. <sup>\*84</sup> То же, радиоактивный метод (снятие слоев), диффузия по границам зерен. <sup>\*85</sup> То же, диффузия по объему зерен. <sup>\*86</sup> Отжиг в вакууме,  $p=0,133$  Па, давление прессования  $19,62$  МПа, радиоактивный адсорбционный метод. <sup>\*87</sup> То же, радиоактивный метод (снятие слоев), диффузия по границам зерен. <sup>\*88</sup> То же, диффузия по объему зерен. <sup>\*89</sup> Рутит, отжиг на воздухе при атмосферном давлении, давление прессования  $14,715$  МПа, усредненные данные. <sup>\*90</sup> Отжиг в кислороде при  $p=16,665$  кПа в интервале давлений кислорода  $667-74\,660$  Па,  $D \sim p^{-2/3}$ . <sup>\*91</sup> Радиоактивные методы: адсорбционный и снятия слоев. <sup>\*92</sup>  $\gamma$ - $MnO_2$ . <sup>\*93</sup> Объемная диффузия кислорода в вюстите пренебрежимо мала. <sup>\*94</sup> Объемная диффузия в вюстите. <sup>\*95</sup> Вюстит. <sup>\*96</sup> Метод изотопного обмена. <sup>\*97</sup> Химический коэффициент самодиффузии. <sup>\*98</sup> Гематит. <sup>\*99</sup> Отжиг на воздухе при атмосферном давлении, давление прессования  $19,62$  МПа, усредненные данные. <sup>\*100</sup> Монокристалл,  $p_{O_2}=1,01325$  кПа. <sup>\*101</sup> То же,  $p_{O_2}=10,1325$  кПа. <sup>\*102</sup> То же,  $p_{O_2}=1,01325$  кПа. <sup>\*103</sup>  $p_{O_2}=101,325$  кПа. <sup>\*104</sup>  $p_{O_2}=101,3 \div 101325$  Па. <sup>\*105</sup> Отжиг на воздухе, поликристалл  $99,995\%$  (ат.). <sup>\*106</sup> Пленка. <sup>\*107</sup> Отжиг на воздухе, поликристалл  $99,999\%$  (по массе). <sup>\*108</sup> Монокристалл, коэффициент самодиффузии пропорционален величине давления  $p^\beta$ , где  $\beta=0,16$  при  $1245^\circ C$  и  $0,20$  при  $1380^\circ C$ , отжиг на воздухе. <sup>\*109</sup> То же, отжиг в  $CO_2$ . <sup>\*110</sup> Монокристалл  $99,999\%$  чистоты. <sup>\*111</sup> Для монокристалла при  $0,012$  долях ионов хрома. <sup>\*112</sup> То же, при  $0,032$  долях ионов хрома. <sup>\*113</sup> Химическая диффузия в монокристалле, чистота  $99,92\%$ , через плоскость  $[100]$  при  $1\%$  (мол.)  $Cr_2O_3$ . <sup>\*114</sup> То же, при  $4,1\%$  (мол.)  $Cr_2O_3$ . <sup>\*115</sup> То же, при  $4,5\%$  (мол.)  $Cr_2O_3$ . <sup>\*116</sup> То же, при  $5,2\%$  (мол.)  $Cr_2O_3$ . <sup>\*117</sup> То же, при  $8,1\%$  (мол.)  $Cr_2O_3$ . <sup>\*118</sup> Отжиг в кислороде при  $p=101,325$  кПа, монокристалл, примеси  $Co\ 220$  ppm,  $Ag\ 80$  ppm,  $Fe\ 60$  ppm. <sup>\*119</sup> Совместная диффузия в монокристалле. <sup>\*120</sup>  $p_{O_2} = 18,239$  кПа. <sup>\*121</sup>  $D_{Cu}^{(\alpha)}$  по Муру и Заликсону. <sup>\*122</sup>  $D \sim \sqrt{p_{O_2}}$ . <sup>\*123</sup> Химическая диффузия. <sup>\*124</sup> Плотность  $95\%$ , отжиг на воздухе. <sup>\*125</sup>  $p_{O_2}=101,325$  кПа. <sup>\*126</sup> Отжиг в насыщенном паре цинка, эффективный коэффициент диффузии. <sup>\*127</sup> Плавленный, стекловидный. <sup>\*128</sup> Диффузия в аморфный и незначительно растеклованный окисел ниже температуры превращения. <sup>\*129</sup> Отжиг в кислороде при  $p=2,026$  Па, монокристалл. <sup>\*130</sup> Отжиг в кислороде при  $93,325$  кПа. <sup>\*131</sup> Моноклинный  $ZrO_2$ , примеси  $0,08\%$ , самодиффузия не зависит от  $p_{O_2}$  при давлениях от  $21278$  до  $1,01325 \times 10^{-14}$  Па. <sup>\*132</sup>  $\alpha$ - $Nb_2O_5$  отжиг в  $H_2+H_2O$ , метод изотопного обмена,  $p_{O_2} = 1,3332$  кПа. <sup>\*133</sup> То же,  $p_{O_2}=1,013$  кПа. <sup>\*134</sup>  $p_{O_2}=21,278 \div 101,325$  кПа. <sup>\*135</sup>  $p_{O_2}=101,325$  кПа. <sup>\*136</sup> Отжиг в аргоне, радиоактивный метод (снятие слоев), значения  $D$  при  $400$  и  $450^\circ C$  и энергии активации несколько занижены. <sup>\*137</sup> Монокристалл  $99,99\%$  чистоты. <sup>\*138</sup> Монокристалл,  $D \approx p_{O_2}^{-1/5}$ . <sup>\*139</sup> Через вакантные места. <sup>\*140</sup> Через междоузлия (объемная диффузия). <sup>\*141</sup> Поверхностная диффузия. <sup>\*142</sup> Отжиг в аргоне, коэффициент диффузии не зависит от парциального давления кислорода в интервале от  $101325$  до  $2,0265$  Па, в монокристалле примеси:  $0,15\%$   $SrO$ ,  $0,08\%$   $CaO$ ,  $0,004\%$   $MgO$ ,  $0,003\%$   $Fe_2O_3$ ,  $0,002\%$   $Al_2O_3$ ,  $0,002\%$   $Cr_2O_3$ . <sup>\*143</sup> Оптический метод, примеси  $\sim 0,1$  ат. %. <sup>\*144</sup> Оптический метод, примесь  $0,3$  ат. %  $Gd$ . <sup>\*145</sup> Метод изотопного обмена, отжиг в кислороде при  $p_{O_2}=3,920$  кПа. <sup>\*146</sup> То же, при  $28,598$  кПа. <sup>\*147</sup> Метод изотопного обмена, для окисла близкого к стехиометрическому. <sup>\*148</sup> То же, для окисла, далеко отклоняющегося от стехиометрического. <sup>\*149</sup> Монокристалл, объемная самодиффузия. <sup>\*150</sup> Монокристалл высокой чистоты. <sup>\*151</sup>  $O/U=2,0 \div 2,1$ . <sup>\*152</sup>  $O/U=2,0 \div 2,34$ . <sup>\*153</sup> Отжиг в  $Ag+O_2$ ,  $UO_2+x$ ,  $x \leq 0,0015$ . <sup>\*154</sup> То же,  $x=0,006$ . <sup>\*155</sup> То же,  $x=0,020$ . <sup>\*156</sup> То же,  $x=0,10$ . <sup>\*157</sup> То же,  $x=0,12$ . <sup>\*158</sup> То же,  $x=0,16$ . <sup>\*159</sup> Спеченный, восстановление из  $UO_2,08$ . <sup>\*160</sup> Спеченный. <sup>\*161</sup> Спеченный,  $93\%$ . <sup>\*162</sup> Спеченный,  $97\%$ . <sup>\*163</sup> Неспеченный порошок. <sup>\*164</sup> Плавленный. <sup>\*165</sup> Плавленный.  $O/U=1,98$ . <sup>\*166</sup> Спеченный,  $90\%$ . <sup>\*167</sup>  $UO_2-y$ ,  $0,00 < y \leq 0,066$ . <sup>\*168</sup>  $UO_2+x$ ,  $0,00 < x \leq 0,250$ . <sup>\*169</sup>  $O/U=2,08$ , отжиг в воздухе. <sup>\*170</sup> Монокристалл, отжиг в  $CO+CO_2$ , решеточная диффузия. <sup>\*171</sup> Микроструктурный  $^{238}PuO_2$ , метод изотопного обмена.

## 24. СКОРОСТЬ ИСПАРЕНИЯ [1; 139; 140; 156; 183; 187; 202]

Оксид	Температура, К	Скорость испарения $G$ , кг/(м <sup>2</sup> ·с)	Состав паров
1	2	3	4
BeO	1500—3000	—	BeO, Be, O, O <sub>2</sub> , (BeO) <sub>n</sub> , $n=2, 3, 4, 5, 6$
	1773	$0,2 \cdot 10^{-8}$	—*1, *2, *4
	2023	$0,55 \cdot 10^{-6}$	—
	2273	$0,33 \cdot 10^{-4}$	—
	2423	$0,24 \cdot 10^{-3}$	—
NO <sub>2</sub>	313	—	31% NO <sub>2</sub> *3
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	—	—	69% N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
	373	—	88% NO <sub>2</sub>
	—	—	12% N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
	~413	—	100% NO <sub>2</sub>
MgO	1500—3000	—	MgO, Mg, O, O <sub>2</sub> *1, *4
	2273	$3,5 \cdot 10^{-4}$	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—*1, *5
	2273	$1,6 \cdot 10^{-6}$	—
SiO <sub>2</sub>	—	—	—*1, *6
CaO	1500—3000	—	CaO, Ca, O, O <sub>2</sub> *1, *7
	1623—1750	$\lg G=9,16-27400/T$	Ca, O
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2073—2173	—	ScO, O
	2173—2473	$\lg G=11,1-37\,000/T$	—*8
	2553—2673	$\lg G=10,39-35\,000/T$	ScO, Sc, O, Sc <sub>2</sub> O
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3300±300	—	TiO, TiO <sub>2</sub>
VO <sub>2</sub>	1573—1923	—	VO <sub>2</sub>
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1523—1723	—	O <sub>2</sub> , Ga, GaO, Ga <sub>2</sub> O
GeO <sub>2</sub>	1223—1323	—	GeO, O <sub>2</sub> , (GeO <sub>2</sub> ), (GeO <sub>3</sub> )
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<2073	—	(As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
	418—553	$\lg(G' \sqrt{T})=(11,85 \pm 0,11)-5109/T$	—*9
	418—553	$\lg(G' \sqrt{T})=(17,10 \pm 0,10)-8946/T$	—*10
SrO	1500—3000	—	SrO, Sr, O, O <sub>2</sub> *1, *11
	700—1600	$\lg G=7,91-23\,660/T$	Sr, O
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2273	$1,2 \cdot 10^{-6}$	—*12
	2443—2703	$\lg G=9,35-32\,500/T$	YO, O, Y <sub>2</sub> O, Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—*1, *13
NbO	1673—2173	—	NbO <sub>2</sub> , NbO, (Nb)*1, *14
NbO <sub>2</sub>	1673—1973	—	NbO <sub>2</sub>
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1653	$2 \cdot 10^{-6}$	—
	1723	$4,1 \cdot 10^{-6}$	—
MoO <sub>2</sub>	—	—	MoO <sub>2</sub> , MoO <sub>3</sub> , O <sub>2</sub>
MoO <sub>3</sub>	1223—1273	—	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
	811	$0,568 \cdot 10^{-6}$	—

1	2	3	4
	922	$4,867 \cdot 10^{-6}$	—
	977	$39,5 \cdot 10^{-6}$	—
	1033	$6,183 \cdot 10^{-4}$	—
In <sub>2</sub> O	1073—1273	—	In, In <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1423—1723	—	O <sub>2</sub> , In, In <sub>2</sub> O
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	773—953	$\lg(G' \sqrt{T}) = (12, 12 \pm 0, 07) - 8880/T$	—*15
	773—953	$\lg(G' \sqrt{T}) = (15, 10 \pm 0, 17) - 12\,248/T$	—*16
BaO	1173—1473	—	BaO
	—	—	BaO, Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Ba <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *17
	1100—1500	$\lg G = 8,7 - 20\,000/T$	—
	1200—1800	$\lg G = 7,56 - 18\,900/T$	BaO, Ba <sub>2</sub> O, BaO <sub>2</sub> , Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub> *18
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1173—2073	—	LaO, O
	2233—2503	$\lg G = 9,42 - 28\,500/T$	LaO, O, La, La <sub>2</sub> O,
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	La <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CeO <sub>2</sub>	1673—1823	—	CeO, CeO <sub>2</sub> , O
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1723—2023	—	CeO, CeO <sub>2</sub> , O
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	—	—	PrO, PrO <sub>2</sub> , O, Pr
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1773—2073	—	O, PrO, PrO <sub>2</sub> , Pr
	2253—2433	$\lg G = 7,76 - 24\,800/T$	NdO, O
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1873—2123	—	NdO, O
	2233—2653	$\lg G = 10,40 - 31\,800/T$	Sm, SmO, O
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1773—2023	—	Sm, SmO, O
	1973—2193	$\lg G = 11,68 - 30\,400/T$	EuO, Eu, O
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1973—2173	—	EuO, Eu, O
	2343—2603	$\lg G = 11,17 - 35\,200/T$	GdO, Gd, O
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1973—2173	—	GdO, Gd, O
Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	—	—	TbO, Tb, TbO <sub>2</sub>
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1973—2173	—	O, TbO, TbO <sub>2</sub>
	2433—2643	$\lg G = 9,35 - 30\,900/T$	DyO, Dy, O
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2073—2273	—	DyO, Dy, O
	2493—2693	$\lg G = 16,0 - 48\,700/T$	HoO, Ho, O
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2073—2223	—	HoO, Ho, O
	2493—2693	$\lg G = 9,74 - 33\,100/T$	ErO, Er, O
Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2443—2643	$\lg G = 7,82 - 27\,500/T$	ErO, ErO, O
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1873—2073	—	TuO, Tu, O
	2363—2623	$\lg G = 8,85 - 29\,600/T$	Yb, O
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2073—2223	—	Yb, O, YbO
	2553—2703	—	LuO, Lu, O
HfO <sub>2</sub>	2173—2443	—	LuO, Lu, O
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	723—1173	—	HfO, O
			Tl <sub>2</sub> O, Tl, O <sub>2</sub>

1	2	3	4
ThO <sub>2</sub>	2173—2373	$\lg G=10,84-37\,100/T$	ThO, ThO <sub>2</sub> , O
UO <sub>2</sub>	2023—2173	—	— <sup>*1, *19</sup> UO <sub>2</sub>

<sup>\*1</sup> Температура заметного улетучивания. <sup>\*2</sup> В вакууме 2100° С, в воздухе 2400° С. <sup>\*3</sup> Давление 101,325 кПа. <sup>\*4</sup> В вакууме 1600, в воздухе 1900° С. <sup>\*5</sup> В воздухе 1750° С. <sup>\*6</sup> В воздухе 1800° С. <sup>\*7</sup> В воздухе 1700° С. <sup>\*8</sup> Спеченный, относительная плотность 0,96—0,97, нулевая открытая пористость. <sup>\*9</sup> Скорость конденсации, арсенолит. <sup>\*10</sup> То же, клаудетит. <sup>\*11</sup> В воздухе 1600° С. <sup>\*12</sup> Спеченная керамика, 99,85% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Относительная плотность 96,5%, нулевая кажущаяся пористость. <sup>\*13</sup> В воздухе 2300° С. <sup>\*14</sup> В вакууме 1700° С. <sup>\*15</sup> Скорость конденсации, сенармонтит. <sup>\*16</sup> То же, валентинит. <sup>\*17</sup> При высоких температурах. <sup>\*18</sup> Преимущественно BaO. <sup>\*19</sup> В вакууме >2300° С.

## 25. ДАВЛЕНИЕ ПАРОВ

[1; 27; 29; 33; 42; 43; 66; 77; 81; 113; 124; 136; 140; 156; 174; 180; 187; 195]

Температура или интервал температур, К	Давление паров P, Па
1	2

### H<sub>2</sub>O

$$T_{\text{пл}}-T_{\text{кип}} \quad \begin{aligned} \lg p &= 8,882065 - 2445,5645/T + 8,2312 \lg T - \\ &- 0,0167006 T + 1,205 \cdot 10^{-5} T^2 \quad *1 \\ \lg p &= 3,332 - 2940/T + 3,86 \lg T - 3,41 \cdot 10^{-3} T + \\ &+ 4,9 \cdot 10^{-8} T^2 \quad *2 \end{aligned}$$

### D<sub>2</sub>O

298	Общее	2673,1 <sup>*2</sup>
373	»	95938,5 <sup>*2</sup>

### Li<sub>2</sub>O

1233—1573	$\lg p = 15,31 - 16\,200/T \quad *1$
1000—1600	Металла $\lg p = 11,71 - 18\,760/T$
298	Общее $1,439 \cdot 10^{-66} \quad *3$
800	Окисла $7,787 \cdot 10^{-16} \quad *3$
2800	» $3,236 \cdot 10^4$
4800	» $5,948 \cdot 10^6$

### BeO

1500	Окисла $3,50 \cdot 10^{-10} \quad *3$
2000	» $1,59 \cdot 10^{-5}$
2500	» $7,04 \cdot 10^{-2}$
3000	» 31,9
1500	Металла $6,03 \cdot 10^{-8} \quad *3$



1	2
2000	Металла $1,28 \cdot 10^{-3}$
2500	» 1,41
3000	» $1,99 \cdot 10^2$
1500	Атомарного кислорода $5,64 \cdot 10^{-8} \cdot 3$
2000	» $1,21 \cdot 10^{-3}$
2500	» 1,25
3000	» $1,61 \cdot 10^2$
1500	Молекулярного кислорода $1,96 \cdot 10^{-9} \cdot 3$
2000	» $3,25 \cdot 10^{-5}$
2500	» $7,42 \cdot 10^{-2}$
3000	» 20,3
1500	Общее $1,19 \cdot 10^{-7} \cdot 3$
2000	» $2,97 \cdot 10^{-3}$
2500	» 2,80
3000	» $4,13 \cdot 10^2$
2103—2573	$\lg p = 13,162 - 33240/T^{*1}, \cdot 4$
2250—2413	$\lg p = 20,63 - 34230/T - 2 \lg T^{*4}$
—	Металла $\lg p = 12,10 - 29800/T$
293	Окисла $2,656 \cdot 10^{-115} \cdot 3$
800	» $1,528 \cdot 10^{-33}$
2800	» 2,489
4800	» $1,179 \cdot 10^5$
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1330—1808	$\lg p = 11,748 - 16960/T$
293	Окисла $6,464 \cdot 10^{-58} \cdot 3$
800	» $1,327 \cdot 10^{-11}$
2800	» $1,272 \cdot 10^6$
<b>CO</b>	
—	$\lg p = 11,01 - 1410/T - 0,87 \lg T - 3,89 \cdot 10^{-3} T^{*5}$
<b>N<sub>2</sub>O</b>	
129—183	$\lg p = 11,704 - 1232/T^{*1}$
285—309	$\lg p = 9,6313 - 858,63/T^{*2}$
<b>NO</b>	
73—92	$\lg p = 12,173 - 851,8/T^{*1}$
109,3—125	$\lg p = 10,565 - 681,1/T^{*2}$
<b>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
248—273	$\lg p = 12,42 - 2058/T^{*2}$

1	2
	<b>NO<sub>2</sub> (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)</b>
202,3—262	$\lg p = 14,77 - 2750/T^{*1}$
262—375	$\lg p = 10,94 - 1746/T^{*2}$
283	Общее $58,75 \cdot 10^{3*6}$
313	» $24,11 \cdot 10^4$
343	» $74,46 \cdot 10^4$
	<b>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
118,8—305	$\lg p = 14,89 - 3017/T^{*1}$
	<b>O<sub>3</sub></b>
90—243	$\lg p = 10,37803 - 0,001966943/T - 814,941587/T$
	<b>F<sub>2</sub>O</b>
—	$\lg p = 9,5141 - 578,64/T$
	<b>Na<sub>2</sub>O</b>
298—1190	$\lg p = 13,74 - 24044/T^{*1}$
	<b>MgO</b>
1500	Окисла $2,60 \cdot 10^{-6*3}$
2000	» $2,02 \cdot 10^{-1}$
2500	» $1,59 \cdot 10^3$
3000	» $1,29 \cdot 10^4$
1500	Металла $2,06 \cdot 10^{-5*3}$
2000	» $3,80 \cdot 10^{-1}$
2500	» $1,29 \cdot 10^2$
3000	» $6,01 \cdot 10^3$
1500	Атомарного кислорода $3,72 \cdot 10^{-6*3}$
2000	» $8,21 \cdot 10^{-2}$
2500	» $31,9$
3000	» $1,67 \cdot 10^3$
1500	Молекулярного кислорода $8,40 \cdot 10^{-6*3}$
2000	» $1,48 \cdot 10^{-1}$
2500	» $48,6$
3000	» $2,19 \cdot 10^3$
1500	Общее $3,54 \cdot 10^{-5*3}$
2000	» $8,11 \cdot 10^{-1}$
2500	» $3,69 \cdot 10^2$
3000	» $2,27 \cdot 10^4$
—	Металла $\lg p = 12,37 - 26100/T$
293	Окисла $1,145 \cdot 10^{-88*3}$
800	» $9,152 \cdot 10^{-24}$
2800	» $2,387 \cdot 10^3$
4800	» $1,158 \cdot 10^7$

I	2
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	Общее 5,77·10 <sup>-1</sup>
2323	» 46,263
2600—2900	lg p = 13,42 — 27320/T*2
<b>SiO</b>	
1345	Окисла 0,871*2
1345	» 3,95*8
1345	» 0,507*9
1336—1450	» lg p = 13,078—16790/T
<b>SiO<sub>2</sub></b>	
1800	Общее 162,65·10 <sup>-5</sup> *10
1900	» 1013,25·10 <sup>-5</sup>
2133—2503	lg p = 15,55 — 26430/T*2
293	Окисла 2,818·10 <sup>-87</sup> *3
800	» 3,081·10 <sup>-23</sup>
2800	» 1,790·10 <sup>3</sup>
4800	» 9,068·10 <sup>6</sup>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
343	Общее ~ 29,33·10 <sup>2</sup>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
842	Общее 73,33·10 <sup>2</sup>
298—842	lg p = 14,67—8250/T*11
298—631	lg p = 12,82—4940/T*12
942—964	lg p = 10,23—4520/T*2
<b>SO<sub>2</sub></b>	
293	Общее 32,92·10 <sup>4</sup> *2
323	» 85,09·10 <sup>4</sup>
197—264	-lg p = 14,200 — 1868/T — 15,9·10 <sup>-3</sup> T + 15,6·10 <sup>-6</sup> T <sup>2</sup>
<b>SO<sub>3</sub></b>	
297	Общее 32064*2
312,95	» 78927
371,35	» 93,20·10 <sup>4</sup>
407,65	» 18,94·10 <sup>5</sup>
O — T <sub>пл</sub>	lg p = 13,56 — 2680/T*13
O — T <sub>пл</sub>	lg p = 14,09 — 2860/T*14
O — T <sub>пл</sub>	lg p = 16,12 — 3610/T*15
T <sub>пл</sub> — T <sub>кип</sub>	lg p = 12,02 — 2230/T*2

1	2
<b>Cl<sub>2</sub>O</b>	
— 273	$\lg p = 10,002 - 1375,7/T$ Общее 93 190
<b>ClO<sub>2</sub></b>	
— 273	$\lg p = 10,48 - 1548/T$ Общее 65 327
<b>Cl<sub>2</sub>O<sub>6</sub></b>	
— 273 —	$\lg p = 9,2 - 2070/T^{*1}$ Общее 41,33 $\lg p = 11,4 - 2690/T^{*2}$
<b>Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	
270—303 273	$\lg p = 10,29 - 1861,8/T$ Общее 2986,4
<b>K<sub>2</sub>O</b>	
298—2500	$\lg p = 13,74 - 24262/T$
<b>CaO</b>	
1500	Окисла $6,05 \cdot 10^{-7} \text{ }^{*3}$
2000	» $3,99 \cdot 10^{-2}$
2500	» 27,8
3000	» $1,73 \cdot 10^3$
1500	Металла $4,78 \cdot 10^{-7} \text{ }^{*3}$
2000	» $1,77 \cdot 10^{-2}$
2500	» 9,27
3000	» $5,28 \cdot 10^2$
1500	Атомарного кислорода $3,38 \cdot 10^{-7} \text{ }^{*3}$
2000	» » $1,16 \cdot 10^{-7}$
2500	» » 5,92
3000	» » $3,43 \cdot 10^2$
1500	Молекулярного кислорода $6,94 \cdot 10^{-8} \text{ }^{*3}$
2000	» » $3,04 \cdot 10^{-3}$
2500	» » 1,67
3000	» » 91,9
1500	Общее $1,49 \cdot 10^{-6} \text{ }^{*3}$
2000	» $7,19 \cdot 10^{-2}$
2500	» 44,6
3000	» $2,69 \cdot 10^3$
2000	» $2,53 \cdot 10^{-2}$

1	2
1617—1728	$\lg p = 12,26 - 27\,400/T^{*16}$
293	Окисла $6,598 \cdot 10^{-89*3}$
800	» $3,755 \cdot 10^{-24}$
2800	» $4,413 \cdot 10^2$
4800	» $1,105 \cdot 10^6$
1000—2860	Общее $\lg p = 12,85 - 28\,020/T$
2860— $T_{\text{кип}}$	» $\lg p = 11,22 - 23\,370/T$
<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2400—2573	ScO $\lg p = 12,59 - 32\,800/T$
2173—2473	ScO $\lg p = 14,42 - 37\,400/T$
2551	0,582
2567	0,796
2551	Атомарного кислорода 0,148
2567	» » 0,203
<b>TiO</b>	
1847—1968	$\lg p = 15,44 - 29\,421/T - 0,583 \cdot 10^{-3} T^{*17}$
1000—2020	Общее $\lg p = 14,24 - 29\,560/T^{*18}$
2020—....	» $\lg p = 12,70 - 26\,450/T$
1000—1980	» $\lg p = 13,42 - 26\,320/T^{*19}$
1980—2020	» $\lg p = 11,74 - 23\,000/T$
2020—3330	» $\lg p = 12,19 - 23\,910/T$
<b>Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1971—2151	$\lg (p_{\text{TiO}} p_{\text{TiO}_2}) = 31,68 - 64\,700/T - 1,26 \cdot 10^{-3} T^{*17}$
<b>TiO<sub>2</sub></b>	
1000—2020	Общее $\lg p = 14,37 - 300\,060/T^{*1}$
1849—2010	$\lg p = 16,20 - 30\,361/T - 0,492 \cdot 10^{-3} T^{*20}$
298—2113	$\lg p = 13,618 - 29\,945/T^{*21}$
<b>VO</b>	
298—1950	$\lg p = 13,028 - 26\,820/T$
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
$T_{\text{пл}}$ —1500	$\lg p = 7,17 - 7100/T^{*2}$
1215—1530	$\lg p = 4,64 - 5905/T^{*22}$
750—850	$\lg p (\text{O}_2) = 18,20 - 16\,300/T^{*1}$
835—940	$\lg p (\text{V}_4\text{O}_{10}) = 7,32 - 9800/T^{*1}$
870—950	$\lg p (\text{V}_6\text{O}_{14}) = 6,50 - 9500/T^{*1}$

1	2
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1690—1930	$\lg p (\text{Cr}) = 13,77 - 27\,350/T$
1820—2020	$\lg p (\text{CrO}) = 10,55 - 23\,256/T$
1840—2010	$\lg p (\text{CrO}_2) = 14,14 - 30\,769/T$
<b>MnO</b>	
—	Окисла $\lg p = 14,540 - 26\,400/T - 5,72 \cdot 10^{-4} T^{*23}$
1000—2058	Общее $\lg p = 11,62 - 21\,880/T^{*1}$
2058—3000	» $\lg p = 10,861 - 20\,320/T^{*2}$
<b>FeO</b>	
843—3000	Окисла $\lg p = 14,56 - 27\,016/T - 0,55 \cdot 10^{-3} T$
—	$\lg p = 14,70 - 24\,200/T^{*1, *3}$
—	$\lg p = 13,72 - 22\,580/T^{*2, *3}$
<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	
—	$\lg p = 14,24 - 22\,780/T^{*1, *3}$
—	$\lg p = 10,38 - 15\,560/T^{*2, *3}$
<b>CoO</b>	
1000—2000	Окисла $\lg p = 14,75 - 26\,670/T - 4,37 \cdot 10^{-4} T^{*3}$
<b>NiO</b>	
1438—1566	Окисла $\lg p = 5,01 - 25\,568/T - 7,67 \cdot 10^{-4} T +$ $+ 7,21 \cdot 10^{-8} T^2 \cdot 24$
298—1600	$\lg p = 15,20 - 25\,500/T - 0,767 \cdot 10^{-3} T + 7,21 \times$ $\times 10^{-8} T^2$
<b>CuO</b>	
873	Общее $178,65 \cdot 10^{-7}$
1073	» $153,32 \cdot 10^{-4}$
1223	» $906,59 \cdot 10^{-4}$
<b>ZnO</b>	
1573	Общее $200 (160)^{*25}$
1673	» $400 (413)$
1773	» $1387$
<b>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1796—1955	$\lg p = 15,464 - 27\,098/T^{*1}$

1	2
<b>GeO</b>	
915—978	$\lg p = 17,65 - 13\,770/T^{*1}$
1000	Общее $\lg p = -12,575$
2000	» $\lg p = -1,25$
<b>GeO<sub>2</sub></b>	
1000—1389	Общее $\lg p = 14,11 - 17\,240/T^{*1}$
1389—2000	» $\lg p = 12,26 - 14\,540/T^{*2}$
1000—1389	$(\text{GeO}_2)_n \lg p = 14,99 - 22\,460/T^{*1}$
1389— $T_{\text{кип}}$	$(\text{GeO}_2)_n \lg p = 14,81 - 22\,340/T^{*2}$
—	$\text{GeO} \lg p = 13,42 - 11\,350/T^{*3, *26}$
—	$\text{GeO} \lg p = 14,20 - 11\,980/T^{*26, *27}$
1150—1350	Общее $0,133 - 1,33$
1153—1253	$\lg p = 12,28 - 15\,620/T^{*1, *28}$
1313—1373	$\lg p = 18,370 - 25\,517/T^{*2, *28}$
<b>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
298—586	$\lg p = 12,28 - 4880/T^{*29}$
298—506	$\lg p = 15,82 - 6680/T^{*30}$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 2,12 - 3130/T^{*2}$
413—553	Общее $\lg p = (13,48 \pm 0,06) - 5402/T^{*1, *31}$
413—573	» $\lg p = (12,93 \pm 0,07) - 5246/T^{*1, *32}$
583—673	» $\lg p = (8,64 \pm 0,06) - 2788/T^{*2}$
<b>SeO<sub>2</sub></b>	
298— $T_{\text{субл}}$	$\lg p = 23,52 - 6170/T - 3,02 \lg T$
523—663	$\lg p = 14,63 - 5740/T^{*1}$
533—663	$\lg p = 12,63 - 4420/T^{*2}$
<b>SeO<sub>3</sub></b>	
400—453	$\lg p = 9,327 - 2562/T^{*2}$
<b>SrO</b>	
1500	Окисла $1,08 \cdot 10^{-5}^{*3}$
2000	» $0,274$
2500	» $1,06 \cdot 10^2$
3000	» $3,96 \cdot 10^3$
1500	Металла $4,56 \cdot 10^{-6}^{*3}$
2000	» $8,18 \cdot 10^{-2}$
2500	» $27,5$
3000	» $1,07 \cdot 10^3$
1500	Атомарного кислорода $1,57 \cdot 10^{-6}^{*3}$
2000	» » $3,29 \cdot 10^{-2}$

1	2
2500	Атомарного кислорода 12,5
3000	» » 5,72·10 <sup>2</sup>
1500	Молекулярного кислорода 1,50·10 <sup>-6</sup> *3
2000	» » 2,43·10 <sup>-2</sup>
2500	» » 7,52
3000	» » 2,55·10 <sup>2</sup>
1500	Общее 1,84·10 <sup>-5</sup> *3
2000	» 0,412
2500	» 1,53·10 <sup>2</sup>
3000	» 5,86·10 <sup>3</sup>
1495—1635	lg p = 15,48 — 30 700/T *16
1290—1650	lg p = 9,264 — 23 660/T + 0,5 lg T *33
293	Окисла 4,009·10 <sup>-81</sup> *3
800	» 1,791·10 <sup>-21</sup>
2800	» 1,219·10 <sup>3</sup>
4800	» 1,399·10 <sup>6</sup>
1000—2730	Общее lg p = 13,62 — 26 130/T
2730—T <sub>кип</sub>	» lg p = 11,127 — 22 070/T
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2500	YO 0,274
2600	YO 0,874
2700	YO 2,432
2500	Атомарного кислорода 0,0537
2600	» » 0,1712
2700	» » 0,4357
2493—2703	Общее lg p = 13,82 — 36150/T
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	
2000	Общее 3,28·10 <sup>-9</sup>
2273	» 8,00
3273	» 2,13·10 <sup>2</sup>
2014—2290	lg p = 16,99 — 34 383/T — 7,98·10 <sup>-4</sup> T
2200—2500	lg p = 13,312 — 37 421/T
1000—2950	Общее lg p = 13,94 — 37 150/T
2950—T <sub>кип</sub>	» lg p = 12,60 — 33 170/T
1000—1478	ZrO lg p = 14,15 — 32 860/T
1478—2128	ZrO lg p = 13,74 — 32 200/T
2128—2950	ZrO lg p = 13,321 — 31320/T
2950—T <sub>кип</sub>	ZrO lg p = 12,21 — 28 020/T
293	Окисла 4,785·10 <sup>-118</sup> *3
800	» 2,025·10 <sup>-34</sup>
2800	» 1,259
4800	» 5,550·10 <sup>4</sup>
<b>NbO<sub>2</sub></b>	
1938	Общее 0,0803
2031	» 0,425



1	2
2081 2122 2213—2393	Общее 1,006 » 1,493 $\lg p = 14,54 - 30\,300/T$
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
1653 1723	Общее $11,47 \cdot 10^{-4}$ » $2,40 \cdot 10^{-2}$
<b>MoO<sub>3</sub></b>	
298—1066 —	$\lg p = 32,81 - 16\,140/T - 5,53 \lg T$ $\lg p = 14,077 - 15\,110/T + 1,46 \lg T - 1,32 \times 10^{-2} T^{*1} \cdot ^{*34}$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 36,19 - 14\,560/T - 7,04 \lg T^{*2}$
298— $T_{\text{пл}}$	$\lg p = 34,20 - 16\,150/T - 5,53 \lg T^{*4} \cdot ^{*35}$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 36,66 - 14\,110/T - 7,08 \lg T$
873	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> 0,616
898	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> 1,49
923	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> 6,91
948	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> 20,5
973	(MoO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> 47,5
—	$4,576 \lg p = (85,2 \pm 0,2) - 75\,400/T^{*1}$
—	$4,576 \lg p = 47,48 - 35\,200/T^{*2}$
<b>Tc<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	
—	$\lg p = 20,404 - 7205/T \pm 8\%^{*1}$
—	$\lg p = 11,124 - 3571/T \pm 1\%^{*2}$
<b>CdO</b>	
1773 298— $T_{\text{субл}}$	Общее $10,13 \cdot 10^4$ $\lg p = 18,95 - 14\,590/T - 1,76 \lg T$
<b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1563—1763	$\lg p = 16,478 - 27\,791/T$
<b>SnO</b>	
—	$\lg p = 12,900 - 13\,160/T^{*36}$
<b>SnO<sub>2</sub></b>	
1623—1748	$\lg p = 18,6 - 28\,800/T^{*37}$
<b>Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
742—914	$\lg p = 13,437 - 9625/T^{*38}$
742—839	$\lg p = 14,320 - 10\,360/T^{*39}$
929—1073	$\lg p = 7,262 - 3900/T^{*2}$

1	2
773—929 773— $T_{пл}$	Общее $\lg p = (13,86 \pm 0,07) - 9568/T^{*40}$ » $\lg p = (13,47 \pm 0,08) - 9535/T^{*41}$
	<b>TeO<sub>2</sub></b>
298— $T_{пл}$	$\lg p = 25,63 - 13\,940/T - 3,52 \lg T^{*42}$
	<b>Cs<sub>2</sub>O</b>
298—1800	$\lg p = 13,74 - 33\,880/T$
	<b>BaO</b>
1500	Окисла $1,71 \cdot 10^{-2} \cdot 3$
2000	» 46,3
2500	» $3,17 \cdot 10^3$
3000	» $3,85 \cdot 10^4$
1500	Металла $4,62 \cdot 10^{-6} \cdot 3$
2000	» $6,67 \cdot 10^{-2}$
2500	» 16,0
3000	» $5,45 \cdot 10^2$
1500	Атомарного кислорода $1,58 \cdot 10^{-6} \cdot 3$
2000	» » $1,90 \cdot 10^{-2}$
2500	» » 8,72
3000	» » $3,52 \cdot 10^2$
1500	Молекулярного кислорода $1,52 \cdot 10^{-6} \cdot 3$
2000	» » $1,87 \cdot 10^{-2}$
2500	» » 3,64
3000	» » 96,3
1500	Общее $1,71 \cdot 10^{-2} \cdot 3$
2000	» 46,4
2500	» $3,19 \cdot 10^3$
3000	» $3,95 \cdot 10^4$
—	Окисла $\lg p = 12,12 - 21\,900/T$
—	Металла $\lg p = 9,936 - 9718/T$
1200—1700	$\lg p = 10,99 - 19\,700/T$
1200—1555	$\lg p = 15,57 - 26\,000/T$
1200—1800	$\lg p = 10,76 - 19\,400/T$
1100—1500	$\lg p = 11,72 - 20\,000/T$
293	Окисла $6,889 \cdot 10^{-63} \cdot 3$
800	» $3,667 \cdot 10^{-15}$
2800	» $1,361 \cdot 10^4$
4800	» $2,454 \cdot 10^6$
1000—2196	Общее $\lg p = 12,10 - 21110/T$
2196— $T_{кип}$	» $\lg p = 10,130 - 16\,800/T$
	<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
—	Металла $\lg p = 10,36 - 20\,850/T^{*43}$
—	LaO $\lg p = 12,54 - 23\,360/T^{*43}$

1	2
—	$\text{LaO } \lg p = 12,33 - 28\,500/T$
2234	$\text{LaO } 0,4908$
2307	$\text{LaO } 1,062$
2353	$\text{LaO } 2,382$
2412	$\text{LaO } 3,842$
2441	$\text{LaO } 5,619$
2234	Атомарного кислорода 0,0787
2307	» » 0,1702
2353	» » 0,3820
2412	» » 0,6162
2441	» » 0,9013
2233—2443	Общее $\lg p = 13,03 - 29\,370/T$
4473	» $1,013 \cdot 10^5$
<b>CeO<sub>2</sub></b>	
1800	Атомарного кислорода 1,013
<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	$\text{PrO } 0,0101$
2000	$\text{PrO}_2 < 5,07 \cdot 10^{-4}$
2000	Металла $1,013 \cdot 10^{-3}$
<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	$\text{NdO} < 5,07 \cdot 10^{-3}$
2000	Металла $< 5,07 \cdot 10^{-4}$
—	$\text{NdO } \lg p = 10,67 - 24\,800/T$
2255	» 0,502
2281	» 0,664
2306	» 0,858
2332	» 1,117
2383	» 1,692
2434	» 2,676
2255	Атомарного кислорода 0,080
2281	» » 0,108
2306	» » 0,137
2332	» » 0,178
2383	» » 0,270
2434	» » 0,427
2253—2433	Общее $\lg p = 12,89 - 29\,370/T$
<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	$\text{SmO}, \text{Sm} \approx 3,04 \cdot 10^{-4}$
—	$\text{SmO } \lg p = 13,30 - 31\,800/T$
<b>EuO</b>	
1334—1758	Металла $\lg p = (11,27 \pm 0,13) - (16\,590 \pm 205)/T$

1	2
	<b>Eu<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>
1604—2016	Металла $\lg p = (11,17 \pm 0,18) - (18\,840 \pm 305)/T$
	<b>Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
2000	Металла $\approx 7,09 \cdot 10^{-3}$
2000	EuO $\approx 9,12 \cdot 10^{-4}$
—	EuO $\lg p = 14,58 - 30\,400/T$
	<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
—	GdO $\lg p = 14,06 - 34\,200/T$
	<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
—	ErO $\lg p = 12,62 - 33\,100/T$
	<b>Tu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
2300	Металла 0,1013
	<b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
2300	Металла 0,1013
—	$\lg p = 11,72 - 29\,600/T$
	<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
2300	LuO 0,0101
	<b>HfO<sub>2</sub></b>
2940	Общее $3,039^{*44}$
	<b>WO<sub>3</sub></b>
1000 — $T_{\text{пл}}$	$\lg p = 17,75 - 24\,600/T$
	<b>ReO<sub>3</sub></b>
923—1058	$\lg p = 10,89 - 14\,347/T^{*1}$
	<b>ReO<sub>3</sub></b>
598—693	$\lg p = 14,40 - 10\,882/T^{*1}$
573—713	$\lg p = 9,870 - 4966/T$
	<b>Re<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>
—	$\lg p = 14,90 - 7320/T^{*1}$
523—598	$\lg p = 15,14 - 6416,9/T^{*45}$
273— $T_{\text{пл}}$	$\lg p = 17,12 - 7300/T$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 11,22 - 3950/T$

1	2
<b>ReO<sub>4</sub></b>	
473—593	$\lg p = 7,6100 - 1738,7/T$
<b>OsO<sub>4</sub></b>	
273—315	$\lg p = 12,82 - 2580/T^{*46}$
273—329	$\lg p = 11,76 - 2955/T^{*47}$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 10,13 - 2065/T$
<b>Tl<sub>2</sub>O</b>	
453—588	$\lg p = 13,63 - 6612/T$
<b>PbO</b>	
887—1151	$\lg p = 13,71 - 13\,900/T^{*48}$
298— $T_{\text{пл}}$	$\lg p = 16,48 - 13\,480/T - 0,92 \lg T - 0,35 \times$ $\times 10^{-3} T^{*49}$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 16,97 - 13\,300/T - 0,81 \lg T - 0,43 \cdot 10^{-3} T$
$T_{\text{пл}} - T_{\text{кип}}$	$\lg p = 21,59 - 13\,310/T - 2,77 \lg T^{*34}$
273	Окисла $2,510 \cdot 10^{-34} \cdot 3$
800	» $2,034 \cdot 10^{-4}$
2800	» $10,116 \cdot 10^6$
<b>ThO<sub>2</sub></b>	
1200	Общее $133 \cdot 10^{-15}$
2050—2250	$\lg p = 13,65 - 37\,100/T$
2500—2900	$\lg p = 12,991 - 34\,890/T$
2000—3273	$\lg p = 12,21 - 31\,600/T$
1000—3273	Общее $\lg p = 14,51 - 37610/T$
1000—3278	» $\lg p = 13,26 - 30\,830/T^{*50}$
<b>UO</b>	
2000	Общее $1,013^{*3}$

1	2
<b>UO<sub>2</sub></b>	
1600—2800	Общее $\lg p = 15,423 - 37\,195/T + 3,5162 \cdot 10^6/T^2 + 2,6178 \cdot 10^9/T^3$
1603—1803	$\lg p = 12,181 - 38\,220/T^{*51}$
<b>UO<sub>3</sub></b>	
1600	Общее $10,13^{*3}$
<b>PuO<sub>2</sub></b>	
> 1793	$\lg p = 13,135 - 27\,900/T$
—	$\lg p = 13,078 - 29\,240/T$
<b>Am<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
4540	Общее $1,013 \cdot 10^5$
1000—1340	Атомарного кислорода $\lg p = 11,835 - 31\,690/T^{*3}$
1340—2225	» » $\lg p = 11,592 - 31\,280/T$
1000—1340	Молекулярного кислорода $\lg p = 11,761 - 36\,870/T^{*3}$
1340—2225	» » $\lg p = 11,149 - 36\,050/T$
1000—1340	Металла $\lg p = 11,358 - 31\,560/T^{*3}$
1340—2225	» $\lg p = 11,149 - 31\,280/T$
1000—1340	AmO $\lg p = 12,027 - 32\,000/T^{*3}$
1340—2225	AmO $\lg p = 11,512 - 31\,310/T$
1000—1340	Общее $\lg p = 12,280 - 31\,790/T^{*3}$
1340—2225	» $\lg p = 11,899 - 31\,280/T$

<sup>\*1</sup> Над твердой фазой. <sup>\*2</sup> Над жидкой фазой. <sup>\*3</sup> Расчетные значения.  
<sup>\*4</sup> Метод Кнудсена. <sup>\*5</sup> Над твердой фазой при температуре жидкого H<sub>2</sub>.  
<sup>\*6</sup> Смесь NO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>O. <sup>\*7</sup> По данным Гюнтера, Гельда, Кочнева. <sup>\*8</sup> По данным Шефера, Хёрнле. <sup>\*9</sup> По данным Портера, Чупка. <sup>\*10</sup> Кристобалит. <sup>\*11</sup> Пар α-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. <sup>\*12</sup> Метастабильный P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, пар P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>. <sup>\*13</sup> α-SO<sub>2</sub>. <sup>\*14</sup> β-SO<sub>2</sub>. <sup>\*15</sup> γ-SO<sub>2</sub>.  
<sup>\*16</sup> Метод Лэнгмюра, Клаасен. <sup>\*17</sup> Метод Кнудсена, Грове. <sup>\*18</sup> Над конденсированным TiO. <sup>\*19</sup> Над системой Ti(t)—TiO(t). <sup>\*20</sup> По данным Грове. <sup>\*21</sup> Ана-таз. <sup>\*22</sup> V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. <sup>\*23</sup> При возгонке. <sup>\*24</sup> Метод Лэнгмюра. <sup>\*25</sup> Файзер, данные требуют подтверждения. <sup>\*26</sup> Над системой Ge—GeO<sub>2</sub>. <sup>\*27</sup> Данные эксперимента. <sup>\*28</sup> Нерастворимая форма. <sup>\*29</sup> Клаудетит I, пар As<sub>4</sub>O<sub>6</sub>. <sup>\*30</sup> Арсенолит, пар As<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.  
<sup>\*31</sup> Арсенолит. <sup>\*32</sup> Клаудетит. <sup>\*33</sup> Метод Лэнгмюра, Мур. <sup>\*34</sup> Келли. <sup>\*35</sup> Метод Кубашевского, Эванса. <sup>\*36</sup> По данным Платтева, Мейера. <sup>\*37</sup> По данным Файзера, Веселовского. <sup>\*38</sup> Ромбический, пар Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. <sup>\*39</sup> Кубический, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, пар. <sup>\*40</sup> Сенармонтит, давление сублимации. <sup>\*41</sup> Валентинит, давление сублимации. <sup>\*42</sup> Теллурит. <sup>\*43</sup> Вдоль низкокислородной границы поля La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. <sup>\*44</sup> Вольфрамовая эффузионная ячейка. <sup>\*45</sup> Порошок 99,99% Re. <sup>\*46</sup> Тетрагональный. <sup>\*47</sup> Кубический. <sup>\*48</sup> β-PbO. <sup>\*49</sup> Желтый. <sup>\*50</sup> Над системой Th—ThO<sub>2</sub>. <sup>\*51</sup> Уранинит, пар U<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. В тех случаях, когда не указано, к какому компоненту окисла относится давление, следует считать, что данные относятся к общему давлению паров окисла.

## 26. ДАВЛЕНИЕ ДИССОЦИАЦИИ

[1; 62; 174; 182; 184; 195; 202]

Температура или интервал, К	Давление диссоциации $p$ , уравнение давления диссоциации, Па
1	2
<b>Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	
468	$1,013 \cdot 10^5$
<b>BeO</b>	
2000	$6,69 \cdot 10^{-4}$
298—1556	$\lg p_{O_2} = 17,27 - 62\,710/T - 0,726 \lg T^{*1}$
1556—2673	$\lg p_{O_2} = 17,98 - 63\,710/T - 0,726 \lg T$
298—1556	$\lg p_O = 14,62 - 44\,540/T - 0,363 \lg T$
1556—2673	$\lg p_O = 14,97 - 45\,080/T - 0,363 \lg T$
1000	$\lg p_{O_2} = -24,78^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -4,494$
3000	$\lg p_{O_2} = +1,01$
1000	$\lg p_O = -28,19$
2000	$\lg p_O = -2,920$
3000	$\lg p_O = +2,06$
<b>MgO</b>	
2000	0,506
923—1380	$\lg p_{O_2} = 16,79 - 63\,540/T - 0,11 \lg T^{*3}$
923—1380	$\lg p_O = 14,37 - 45\,000/T - 0,05 \lg T$
1000	$\lg p_{O_2} = -13,648^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -0,787$
3075	$\lg p_{O_2} = +3,560$
1000	$\lg p_O = -14,126$
2000	$\lg p_O = -1,068$
3075	$\lg p_O = +3,442$
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	$2,63 \cdot 10^{-3}$
1000	$\lg p_{O_2} = -23,135^{*2}$

1	2
2000	$\lg p_{O_2} = -4,581$
3000	$\lg p_{O_2} = +1,318$
1000	$\lg p_O = -18,871$
2000	$\lg p_O = -2,965$
3000	$\lg p_O = +2,213$

### SiO

298—1690	$\lg p_{O_2} = 13,05 - 44\,240/T^{*4}$
1690—2075	$\lg p_{O_2} = 16,17 - 49\,520/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -28,03^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -7,70$
3000	$\lg p_{O_2} = -0,964$
1000	$\lg p_O = -21,319$
2000	$\lg p_O = -4,52$
3000	$\lg p_O = +1,08$

### SiO<sub>2</sub>

1000	$\lg p_{O_2} = -13,150^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = +0,258$
3000	$\lg p_{O_2} = +4,492$
1000	$\lg p_O = -13,877$
2000	$\lg p_O = -0,543$
3000	$\lg p_O = +3,799$

### CaO

2000	$2,13 \cdot 10^{-3}$
298—1122	$\lg p_{O_2} = 15,35 - 66\,150/T^{*5}$
1122—1760	$\lg p_{O_2} = 16,22 - 67\,130/T$
298—1122	$\lg p_O = 13,65 - 46\,260/T$
1122—1760	$\lg p_O = 14,09 - 46\,750/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -16,60^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -2,519$
3500	$\lg p_{O_2} = +3,060$



1	2
1000	$\lg p_{\text{O}} = -15,60^{*2}$
2000	$\lg p_{\text{O}} = -1,93$
3500	$\lg p_{\text{O}} = +3,713$

### TiO

298—1980	$\lg p_{\text{O}_2} = 19,95 - 59\,280/T - 1,57 \lg T^{*6, *7}$
1980—2020	$\lg p_{\text{O}_2} = 20,96 - 61\,250/T - 1,57 \lg T$
2020—3240	$\lg p_{\text{O}_2} = 17,93 - 55\,130/T - 1,57 \lg T$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} (\text{max}) = -39,09^{*8}$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} (\text{min}) = -36,49$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} = -31,514^{*2}$
2020	$\lg p_{\text{O}_2} = -9,526$
3240	$\lg p_{\text{O}_2} = -1,666$
1000	$\lg p_{\text{O}} = -23,059^{*2}$
2020	$\lg p_{\text{O}} = -5,374$
3240	$\lg p_{\text{O}} = +1,151$

### Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

1000	$\lg p_{\text{O}_2} (\text{max}) = -36,49^{*8}$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} (\text{min}) = -25,09$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} = -33,15^{*6, *9}$
1873	$\lg p_{\text{O}_2} = -12,43$
1000	$\lg p_{\text{O}} = -23,87^{*6, *9}$
1873	$\lg p_{\text{O}} = -7,35$
1000	$\lg p_{\text{O}_2} = -25,478^{*2}$
2020	$\lg p_{\text{O}_2} = -6,16$
2400	$\lg p_{\text{O}_2} = -2,84$
1000	$\lg p_{\text{O}} = -20,041$
2020	$\lg p_{\text{O}} = -3,69$
2400	$\lg p_{\text{O}} = -0,98$

### Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub>

1000	$\lg p_{\text{O}_2} = -25,07^{*2, *10}$
------	---

1	2
2020	$\lg p_{O_2} = -6,24$
1000	$\lg p_O = -19,839^{*2}, *10$
2020	$\lg p_O = -3,73$
1100—1323	$\lg p_{O_2}^* = 14,56 - 36\,800/T^{*11}$
<b>TiO<sub>2</sub></b>	
1000	$\lg p_{O_2(\max)} = -20,69^{*8}$
2000	$1,52 \cdot 10^{-5}$
298—2183	$\lg p_{O_2} = 15,06 - 31\,910/T^{*2}$
1000	$\lg p_O = -15,73^{*2}$
2020	$\lg p_O = -0,98$
<b>TiO<sub>x</sub></b>	
1400	$5,77 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*12}; 6,15 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*13}$
»	$7,19 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*14}; 7,90 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*15}$
»	$7,70 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*16}; 9,12 \cdot 10^{-11} {}^{*2}, {}^{*17}$
<b>VO</b>	
1000	$\lg p_{O_2(\max)} = -29,5^{*8} \quad \lg p_{O_2(\min)} = -28,2$
<b>V<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
—	$\lg p_{O_2} = 15,61 - 40\,600/T^{*18}$
<b>V<sub>3</sub>O<sub>5</sub></b>	
1400—1700	$\lg p_{O_2} = 11,91 - 19\,400/T^{*19}$
<b>V<sub>4</sub>O<sub>7</sub></b>	
1400	$\lg p_{O_2} = -3,62^{*20}$
1500	$\lg p_{O_2} = -2,58^{*21}$
1600	$\lg p_{O_2} = -1,59^{*22}$
1700	$\lg p_{O_2} = -0,67^{*23}$

1	2
---	---

### VO<sub>2</sub>

1000—1120	$\lg p_{O_2} = 5,51 - 11200/T^{*24}$
1120	$\lg p_{O_2} = 6,06 - 11020/T$

### MnO

1000	$\lg p_{O_2} (\max) = -29,7^{*8}$
1000	$\lg p_{O_2} (\min) = -5,7$
1517—2058	$\lg p_{O_2} = 13,63 - 41700/T^{*6,*25}$
2058—2368	$\lg p_{O_2} = 10,54 - 35410/T$
298—1517	$\lg p_O = 12,29 - 33280/T^{*6,*25}$
1517—2058	$\lg p_O = 12,79 - 34030/T$
2058—2368	$\lg p_O = 11,24 - 30910/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -10,74^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = +0,09$
3000	$\lg p_{O_2} = +3,300$
1000	$\lg p_O = -12,57^{*2}$
2000	$\lg p_O = -0,57$
3000	$\lg p_O = +3,238$

### Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

1073	1373,2 <sup>*26</sup>
1173	1106,6
1273	906,6
1373	733,3
1473	573,3
800—1445	$\lg p_{O_2} = 18,574 - 23750/T^{*8}$
1445—1800	$\lg p_{O_2} = 16,073 - 20170/T$
800—1445	$\lg p_{O_2} = 19,02 - 26270/T^{*6,*27}$
1445—1773	$\lg p_{O_2} = 19,60 - 27110/T$

### Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

849—1029	$\lg p_{O_2} = 13,06 - 10100/T^{*28}$
----------	---------------------------------------

1	2
1152—1257	$\lg p_{O_2} = 12,59 - 9520/T$
—	$\lg p_{O_2} = 13,629 - 10\,910/T$

### MnO<sub>2</sub>

—	$\lg p_{O_2} = 13,132 - 6890/T$
---	---------------------------------

### FeO

1023	$213,58 \cdot 10^{-17}$
1223	$198,65 \cdot 10^{-11}$
2723	$21,27 \cdot 10^{-3}$
1000	$\lg p_{O_2} (\max) = -15,5^{*8}; \lg p_{O_2} (\min) = -14,2$
813—1473	$\lg p_{O_2} = (11,62 \pm 0,02) - (27\,300 \pm 20)/T^{*8, *29}$
923—1623	$\lg p_{O_2} = (11,68 \pm 0,02) - (27\,360 \pm 50)/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -15,78^{*6, *30}$
2000	$\lg p_{O_2} = -2,33$
3000	$\lg p_{O_2} = +1,83$
830—1670	$\lg p_{O_2} = 11,73 - 27\,500/T$
1000	$\lg p_O = -15,19^{*6, *30}$
2000	$\lg p_O = -1,84$
3000	$\lg p_O = +2,47$
1000	$\lg p_{O_2} = -11,01^{*31}$
2000	$\lg p_{O_2} = +0,22$
3000	$\lg p_{O_2} = +3,63$
660—1670	$\lg p_{O_2} = 11,76 - 22\,740/T$
1000	$\lg p_O = -12,69^{*31}$
2000	$\lg p_O = -0,50$
3000	$\lg p_O = +3,401$

### Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

996—1496	$\lg p_{O_2} = 18,01 - 32\,500/T^{*8, *32}$
1173—1473	$\lg p_{O_2} = (18,36 \pm 0,06) - (33\,210 \pm 90)/T^{*8, *32}$
1000	$\lg p_{O_2} (\max) = -14,2^{*8}; \lg p_{O_2} (\min) = -9,0$

1	2
1452	$\lg p_{O_2} = +1,06^{*8, *33}$ ; $\lg p_{O_2} = +2,08^{*8, *34}$
1581	$\lg p_{O_2} = +1,61^{*8, *35}$ ; $\lg p_{O_2} = +2,14^{*8, *36}$ $\lg p_{O_2} = +3,599^{*8, *37}$
1666	$\lg p_{O_2} = +1,93^{*8, *38}$ ; $\lg p_{O_2} = +2,24^{*3, *39}$ $\lg p_{O_2} = +3,60^{*8, *40}$ ; $\lg p_{O_2} = +4,314^{*8, *41}$
1731	$\lg p_{O_2} = +2,15^{*8, *42}$ ; $\lg p_{O_2} = +2,35^{*8, *43}$ $\lg p_{O_2} = +3,61^{*8, *44}$ ; $\lg p_{O_2} = +4,324^{*8, *45}$ $\lg p_{O_2} = +5,01^{*8, *46}$
998	$5,666 \cdot 10^{-15}$
1200	$6,11 \cdot 10^{-10}$
1400	$5,10 \cdot 10^{-6}$
1490—1600	$\lg p_{O_2} = 19,568 - 34\,400/T$
298—1642	$\lg p_{O_2} = 18,09 - 32\,650/T^{*6, *47}$
1642—1870	$\lg p_{O_2} = 23,98 - 42\,330/T^{*6, *47}$
700	$\lg p_{O_2} = -21,59^{*31}$
1000	$\lg p_{O_2} = -11,32$
1400	$\lg p_{O_2} = -4,70$
1650	$\lg p_{O_2} = -2,02$
670—1670	$\lg p_{O_2} = 12,40 - 23\,790/T$
700	$\lg p_O = -23,74^{*31}$
1000	$\lg p_O = -12,96$
1400	$\lg p_O = -5,87$
1650	$\lg p_O = -3,10$

### $Fe_2O_3$

700	$29,878 \cdot 10^{-25}$
1030—1200	$\lg p_{O_2} = 19,11 - 25\,200/T$
900—1000	$\lg p_{O_2} = 11,14 - 13\,750/T^{*48}$
843—1873	$\lg p_{O_2} = 19,71 - 26\,090/T^{*8}$

1	2
1373—1573	$\lg p_{O_2} = 19,91 - 25\,900/T^{*49}$
1193—1373	$\lg p_{O_2} = 11,01 - 14\,882/T$
1373—1703	$\lg p_{O_2} = 9,01 - 32\,406/T$

### CoO

298—1768	$\lg p_{O_2} = 12,42 - 24\,440/T^{*6, *50}$
1768—2077	$\lg p_{O_2} = 13,32 - 26\,080/T$
2077—	$\lg p_{O_2} = 10,60 - 20\,390/T$
298—1768	$\lg p_O = 12,18 - 25\,280/T^{*6, *50}$
1768—2083	$\lg p_O = 12,64 - 26\,220/T$
2083—	$\lg p_O = 11,28 - 23\,380/T$
1227	$\lg p_{O_2} = 19,16 - 25\,200/T^{*8, *51}$
1000	$\lg p_{O_2}(\max) = -9,5^{*8}$
1000	$\lg p_{O_2}(\min) = +2,5$
1000—1240	$\lg p_{O_2} = 17,61 - 15\,600/T^{*8, *52}$

### Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

1073	1333
1243	$102 \cdot 10^3$

### NiO

1000	$\lg p_{O_2} = -10,24^{*6, *53}$
2000	$\lg p_{O_2} = +2,71$
2500	$\lg p_{O_2} = 5,15$
1000	$\lg p_O = -12,42^{*6, *50}$
2000	$\lg p_O = +0,68$
2500	$\lg p_O = 3,24$
1000	$\lg p_{O_2}(\max) = -11,5^{*8}$
1000—1500	$\lg p_{O_2} = 13,91 - 24\,100/T^{*54}$

1	2
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
673	10 266 <sup>*8, *55</sup>
773	14 799
873	20 132
<b>Cu<sub>2</sub>O</b>	
1000	$\lg p_{O_2}(\max) = -4,6^{*8}; \lg p_{O_2}(\min) = -2,0^{*8}$
1000—1300	$\lg p_{O_2} = 12,57 - 17\,390/T^{*56};$
»	$\lg p_{O_2} = 14,03 - 12\,780/T^{*57}$
»	$\lg p_{O_2} = 10,57 - 10\,800/T^{*58}$
298	$3 \cdot 10^{-48}$
473	$3 \cdot 10^{-47}$
673	$1 \cdot 10^{-23}$
1337	0,019
1363	0,049
1423	0,187
1523	4,00
1623	30,66
—	$\lg p_{O_2} = 14,423 - 17\,940/T - 0,242 \lg T - 0,000641 \cdot T$
<b>GeO</b>	
1000	$\lg p_{O_2} = -14,30^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -0,88$
1000	$\lg p_O = -14,45^{*2}$
2000	$\lg p_O = -1,12$
<b>GeO<sub>2</sub></b>	
700—1210	$\lg p_{O_2} = 14,38 - 28\,870/T^{*6, *59}$
1210—1389	$\lg p_{O_2} = 15,73 - 30\,530/T^{*6, *59}$
1389—2000	$\lg p_{O_2} = 13,23 - 27\,190/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -3,61^{*2}$

1	2
2000	$\lg p_{O_2} = +4,49$
1000	$\lg p_O = -9,10^{*2}$
2000	$\lg p_O = +1,57$
1100	$5,07 \cdot 10^{-26} \cdot 10^{*60}$
1200	$3,20 \cdot 10^{-24}$
1300	$13,20 \cdot 10^{-23}$
1350	$6,53 \cdot 10^{-22}$

### SrO

2000	$6,99 \cdot 10^{-2}$
1000	$\lg p_{O_2} = -14,381^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -5,614$
3500	$\lg p_{O_2} = +3,402$
1000	$\lg p_O = -14,494^{*2}$
2000	$\lg p_O = -1,481$
3500	$\lg p_O = +3,894$

### Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

2000	$1,62 \cdot 10^{-6}$
------	----------------------

### ZrO<sub>2</sub>

2000	$3,34 \cdot 10^{-9}$
1673—2673	$\lg p_{O_2} = 8,01 - 22\,800/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -32,54^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -8,623$
2950	$\lg p_{O_2} = -1,132$
4000	$\lg p_{O_2} = +2,453$
1000	$\lg p_O = -23,575^{*2}$
2000	$\lg p_O = -4,986$
2950	$\lg p_O = +0,911$
4000	$\lg p_O = +3,899$



1	2
<b>NbO</b>	
1000	$4,05 \cdot 10^{-30} \cdot T^{*62}$
<b>NbO<sub>2</sub></b>	
1050—1300	$\lg p_{O_2} = 12,61 - 37\,700/T^{*63}$
»	$\lg p_{O_2} = 13,21 - 32\,800/T^{*64}$
<b>MoO<sub>2</sub></b>	
1025—1325	$\lg p_{O_2} = 13,74 - 30\,050/T^{*65}$
1000	$1,013 \cdot 10^{-5} \cdot T^{*66}$
<b>PdO</b>	
1148	$1,013 \cdot 10^5$
<b>Ag<sub>2</sub>O</b>	
298	50,65
473	$1,77 \cdot 10^5$
575	$20,77 \cdot 10^5$
673	$110,62 \cdot 10^5$
773	$393,35 \cdot 10^5$
873	$1039,34 \cdot 10^5$
1073	$4233 \cdot 10^5$
—	$\lg p_{O_2} = 11,2909 - 2859/T$
—	$\lg p_{O_2} = 11,390 - 2942/T$
<b>SnO<sub>2</sub></b>	
873	$1,47 \cdot 10^{-35}$
1273	$5,13 \cdot 10^{-22}$
1473	$6,69 \cdot 10^{-10}$
<b>BaO</b>	
2000	0,101
983—2090	$\lg p_{O_2} = 16,64 - 59\,450/T^{*8}$

1	2
1000	$\lg p_{O_2} = -14,77^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -2,063$
3000	$\lg p_{O_2} = +1,740$
1000	$\lg p_O = -14,690^{*2}$
2000	$\lg p_O = -1,706$
3000	$\lg p_O = +2,424$
<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
2000	$4,36 \cdot 10^{-7}$
<b>CeO<sub>2</sub></b>	
2000	$2,33 \cdot 10^{-4}$
<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
1073—1473	$\lg p_{O_2} = 16,21 - 17\,390/T^{*67}$
<b>HfO<sub>2</sub></b>	
2000	$1,01 \cdot 10^{-10}$
<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
1050—1300	$\lg p_{O_2} = 13,61 - 42\,000/T^{*68}$
<b>W<sub>18</sub>O<sub>49</sub></b>	
973—1273	$\lg p_{O_2} = 15,61 - 29\,600/T^{*69}$
<b>PtO<sub>2</sub></b>	
1373—1823	$\lg p = (5,210 \pm 0,047) - (8585 \pm 74)/T^{*70}$
<b>Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	
—	$\lg p_{O_2} = 4,9 - 7089/T + 1,75 \lg T + 0,000216 \cdot T$
723	1399,88
748	3199,73
773	6932,74
798	14 798,7
823	29 730,8
848	56 261,9
873	113 323,7

1	2
<b>ThO<sub>2</sub></b>	
2000	$1,82 \cdot 10^{-10}$
298—1968	$\lg p_{O_2} = 14,41 - 64\,040/T^{*6}, ^{*71}$
1968—3273	$\lg p_{O_2} = 14,820 - 64\,860/T$
1000	$\lg p_{O_2} = -33,82^{*2}$
2000	$\lg p_{O_2} = -9,66$
3000	$\lg p_{O_2} = -1,758$
1000	$\lg p_O = -24,21^{*2}$
2000	$\lg p_O = -5,509$
3000	$\lg p_O = +0,674$
<b>UO<sub>2</sub></b>	
1723	$3,039 \cdot 10^{-2}$
2000	$4,66 \cdot 10^{-8}$
—	$\lg p_{O_2} = 18,49 - 24\,100/T^{*72}; \lg p_{O_2} = 13,75 - 56\,400/T^{*73}$
—	$\lg p_{O_2} = -6,944^{*74}; \lg p_{O_2} = 6,644^{*75}$
1273	$\lg p_{O_2} = -6,284^{*76}; \lg p_{O_2} = -6,034^{*77}$
»	$\lg p_{O_2} = -5,914^{*78}; \lg p_{O_2} = -5,804^{*79}$
»	$\lg p_{O_2} = -5,674^{*80}; \lg p_{O_2} = -5,584^{*81}$
»	$\lg p_{O_2} = -5,529^{*82}; \lg p_{O_2} = -5,419^{*83}$
»	$\lg p_{O_2} = -5,324^{*84}; \lg p_{O_2} = -5,244^{*85}$
»	$\lg p_{O_2} = -5,184^{*86}; \lg p_{O_2} = -5,114^{*87}$
»	$\lg p_{O_2} = -4,999^{*88}; \lg p_{O_2} = -4,904^{*89}$
»	$\lg p_{O_2} = -4,829^{*90}; \lg p_{O_2} = -4,494^{*91}$
»	$\lg p_{O_2} = -4,254^{*92}; \lg p_{O_2} = -4,084^{*93}$
»	$\lg p_{O_2} = -3,924^{*94}$
<b>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub></b>	
1018	3866
1123	14 399
<b>AmO<sub>2</sub></b>	
1397	$266,6^{*95}$
1450	400,0
1464	533,3

1	2
1508	666,6
1572	933,3
1606	1333,2
1662	2000,0
1770	2666,4
1933	4000,0

<sup>\*1</sup> Равновесное парциальное давление в системе  $\text{BeO}(\text{т})-\text{Be}(\text{т})-\text{O}_2-\text{O}$ .  
<sup>\*2</sup> Парциальные давления при диссоциации. <sup>\*3</sup> Равновесные парциальные давления в системе  $\text{MgO}-\text{Mg}$ . <sup>\*4</sup> Равновесное давление в конденсированной системе ( $\text{Si}-\text{SiO}$ ). <sup>\*5</sup> Равновесное парциальное давление в системе  $\text{CaO}-\text{Ca}$ .  
<sup>\*6</sup> Равновесное давление в системе. <sup>\*7</sup> В конденсированной системе ( $\text{Ti}-\text{TiO}$ ).  
<sup>\*8</sup> Равновесное давление. <sup>\*9</sup>  $\text{TiO}-\text{Ti}_2\text{O}_3$ . <sup>\*10</sup> Такие же равновесные давления в системе  $\text{Ti}_2\text{O}_3-\text{Ti}_2\text{O}_5$ . <sup>\*11</sup> Равновесное давление вдоль высококислородной границы поля  $\text{Ti}_2\text{O}_5$ . <sup>\*12</sup>  $x=1,9297$ . <sup>\*13</sup>  $x=1,9326$ . <sup>\*14</sup>  $x=1,9363$ . <sup>\*15</sup>  $x=1,9396$ .  
<sup>\*16</sup>  $x=1,9428$ . <sup>\*17</sup>  $x=1,954$ . <sup>\*18</sup> Давление вдоль низкокислородной границы поля  $\text{V}_2\text{O}_3$ .  
<sup>\*19</sup> Парциальное давление кислорода вдоль высококислородной границы поля  $\text{V}_2\text{O}_5$ . <sup>\*20</sup> При  $\text{CO}_2/\text{H}_2=51,2$ ,  $x=1,666$  в  $\text{VO}_x$ . <sup>\*21</sup> При  $\text{CO}_2/\text{H}_2=33,7$  и  $x=1,667$ .  
<sup>\*22</sup> При  $\text{CO}_2/\text{H}_2=26,7$  и  $x=1,666$ . <sup>\*23</sup> При  $\text{CO}_2/\text{H}_2=21$  и  $x=1,667$ . <sup>\*24</sup> Равновесное давление кислорода вдоль низкокислородной границы поля  $\text{VO}_2$ . <sup>\*25</sup>  $\text{MnO}(\text{т})-\text{Mn}(\text{т})-\text{O}_2-\text{O}$ . <sup>\*26</sup> Над механической смесью гаусманит-манганазит. <sup>\*27</sup>  $\text{Mn}_2\text{O}_4-\text{MnO}-\text{O}_2$ . <sup>\*28</sup> Над стабильной окисью марганца, находящейся в равновесии с гаусманитом. <sup>\*29</sup> Вюстит в равновесии с железом. <sup>\*30</sup> Вюстит-железо-кислород. <sup>\*31</sup> Парциальное давление при газообразной диссоциации. <sup>\*32</sup> Вюстит в равновесии с магнетитом. <sup>\*33</sup> При  $\delta=0,0149$  в формуле  $\text{Fe}_3-\delta\text{O}_4$ . <sup>\*34</sup> То же, при  $\delta=0,0411$ . <sup>\*35</sup> То же, при  $\delta=0,0036$ . <sup>\*36</sup> То же, при  $\delta=0,0116$ . <sup>\*37</sup> То же, при  $\delta=0,0608$ . <sup>\*38</sup> То же, при  $\delta=0,0018$ . <sup>\*39</sup> То же, при  $\delta=0,0043$ . <sup>\*40</sup> То же, при  $\delta=0,0420$ . <sup>\*41</sup> То же, при  $\delta=0,0812$ . <sup>\*42</sup> То же, при  $\delta=(0)$ . <sup>\*43</sup> То же, при  $\delta=-0,0028$ . <sup>\*44</sup> То же, при  $\delta=0,0276$ . <sup>\*45</sup> То же, при  $\delta=0,060$ . <sup>\*46</sup> То же, при  $\delta=-0,1051$ . <sup>\*47</sup> Вюстит-магнетит. <sup>\*48</sup> Для гематита, близкого к стехиометрическому составу. <sup>\*49</sup> Вдоль низкокислородной границы гематитового поля. <sup>\*50</sup>  $\text{CoO}(\text{т})-\text{Co}(\text{т})-\text{O}_2-\text{O}$ . <sup>\*51</sup> Вдоль низкокислородной границы поля  $\text{CoO}$ .  
<sup>\*52</sup> Вдоль высококислородной границы. <sup>\*53</sup>  $\text{NiO}-\text{Ni}$ . <sup>\*54</sup> Равновесное давление на низкокислородной границе поля  $\text{NiO}$ . <sup>\*55</sup> Над механической смесью окиси и закиси никеля. <sup>\*56</sup> Равновесное давление над закисью меди, находящейся в равновесии с металлической медью. <sup>\*57</sup> То же, с окисью меди. <sup>\*58</sup> Равновесное давление для стехиометрической закиси меди. <sup>\*59</sup>  $\text{Ge}-\text{GeO}_2$ . <sup>\*60</sup> Очень низкие величины давлений диссоциации свидетельствуют о практическом отсутствии диссоциации на  $\text{Ge}$  и  $\text{O}_2$ ; диссоциация на  $\text{GeO}$  и  $\text{O}_2$  маловероятна в силу неустойчивости  $\text{GeO}$  при высоких температурах. <sup>\*61</sup> Равновесное давление вдоль низкокислородной границы поля  $\text{ZrO}_2$ . <sup>\*62</sup> Парциальное давление кислорода для  $\text{NbO}$  в равновесии с металлической фазой. <sup>\*63</sup> Равновесное давление вдоль низкокислородной границы поля  $\text{NbO}_2$ . <sup>\*64</sup> То же, вдоль высококислородной границы. <sup>\*65</sup> Равновесное давление вдоль низкокислородной границы поля  $\text{MoO}_2$ . <sup>\*66</sup> Точка прохода высококислородной границы, отвечающей равновесию двуокиси с фазой  $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ . <sup>\*67</sup> Равновесное давление над низкокислородной границей нестехиометрической фазы  $\text{Pr}_2\text{O}_3+\text{Pr}_6\text{O}_8$ . <sup>\*68</sup> Равновесное давление вдоль низкокислородной границы поля  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ . <sup>\*69</sup> Вдоль высококислородной границы поля  $\text{WO}_2$ . <sup>\*70</sup> Упругость диссоциации. <sup>\*71</sup>  $\text{ThO}_2-\text{Th}$ .  
<sup>\*72</sup> Равновесное давление вдоль высококислородной границы поля  $\text{UO}_2(\text{UO}_2-\text{U}_2\text{O}_5)$ . <sup>\*73</sup> То же, вдоль низкокислородной границы поля. <sup>\*74</sup> Равновесное давление при  $\gamma=0,0025$  в  $\text{UO}_{2+\gamma}$ . <sup>\*75</sup> То же, при  $\gamma=0,0027$ . <sup>\*76</sup> То же, при  $\gamma=0,0030$ .  
<sup>\*77</sup> То же, при  $\gamma=0,0033$ . <sup>\*78</sup> То же, при  $\gamma=0,0035$ . <sup>\*79</sup> То же, при  $\gamma=0,0037$ .  
<sup>\*80</sup> То же, при  $\gamma=0,0040$ . <sup>\*81</sup> То же, при  $\gamma=0,0043$ . <sup>\*82</sup> То же, при  $\gamma=0,0045$ .  
<sup>\*83</sup> То же, при  $\gamma=0,0050$ . <sup>\*84</sup> То же, при  $\gamma=0,0055$ . <sup>\*85</sup> То же, при  $\gamma=0,0060$ .  
<sup>\*86</sup> То же, при  $\gamma=0,0065$ . <sup>\*87</sup> То же, при  $\gamma=0,0070$ . <sup>\*88</sup> То же, при  $\gamma=0,0080$ .  
<sup>\*89</sup> То же, при  $\gamma=0,0090$ . <sup>\*90</sup> То же, при  $\gamma=0,0100$ . <sup>\*91</sup> То же, при  $\gamma=0,0150$ .  
<sup>\*92</sup> То же, при  $\gamma=0,0200$ . <sup>\*93</sup> То же, при  $\gamma=0,0250$ . <sup>\*94</sup> То же, при  $\gamma=0,0300$ .  
<sup>\*95</sup> Из графика.

# ГЛАВА III

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА

### 1. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ЖИДКИХ ОКИСЛОВ [224; 257; 258; 305]

Температура, °C	Поверхностное натяжение $\sigma$ , мДж/м <sup>2</sup>	Температура, °C	Поверхностное натяжение $\sigma$ , мДж/м <sup>2</sup>	Температура, °C	Поверхностное натяжение $\sigma$ , мДж/м <sup>2</sup>
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O</b> <sup>*1</sup> [260]				<b>PO</b> <sup>*1</sup> [224]	
—10	77,1	980	82,26	23,8	13,2
0	75,6	1000	82,97	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <sup>*3</sup> [224]	
5	74,9	1060	85,09	100	60,0
10	74,2	1100	86,51	150	59,0
15	73,5	1140	87,93	200	57,9
20	72,8	1200	90,05	250	56,9
25	72,0	1260	92,17	300	55,8
30	71,2	1300	93,59	569	50,7
35	70,4	1340	95,01	<b>TiO<sub>2</sub></b> <sup>*3</sup> [258, 305]	
40	69,5	1400	97,13	1850	335
45	68,7	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [224]		2350	270
50	67,9			1850	380
60	66,2	2050 <sup>*2</sup>	690	<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <sup>*3</sup> [305]	
70	64,4	<sup>*3, *4</sup>		700	94
80	62,6	2320	690	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> <sup>*3</sup> [258]	
90	60,7	<sup>*3, *4</sup>		1415—	585
100	58,8	2350	670	1423	
110	56,9	<sup>*3, *4</sup>		<b>GeO<sub>2</sub></b> <sup>*3</sup> [224]	
120	54,9	2400	650	1116	248
130	52,8	2500	610	1200	252,8
<b>D<sub>2</sub>O</b> <sup>*1</sup> [260]		2550	580	1250	255,6
15	73,4	2600	560	1300	258,4
20	72,6	2700	520	1350	261,2
25	71,9	2800	470	1400	264,0
30	71,1	2900	420	<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <sup>*3</sup> [305]	
35	70,3	2950	400	1460	220
99	58,5	3000	370	<b>MoO<sub>3</sub></b> <sup>*3</sup> [305]	
110,8	56,0	3100	350	825	70
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> <sup>*1</sup> [224, 257]		<b>SiO<sub>2</sub></b> <sup>*4</sup> [224]		<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <sup>*3</sup> [305]	
450	63,5	1470	295,8	1910	280
700	72,35	1500	298,2		
740	73,77	1520	298,8		
780	75,18	1550	299,4		
800	75,89	1600	301,3		
820	76,6	1650	302,9		
860	78,01	1700	304,7		
900	79,43	1750	305,9		
940	80,85	1800	307,5		

1	2	1	2	1	2
$\text{WO}_3^{*3}$ [305]		$\text{PbO}^{*3}$ [305, 259]		$\text{Bi}_2\text{O}_3$ [128]	
1490	100	900 1000	132 134,8	824 830—900	209,7 $\sigma=232,3-$ $-0,0274 t$

\*1 В воздухе. \*2 В гелии. \*3 В вакууме. \*4 В аргоне.

## 2. ВЯЗКОСТЬ ОКИСЛОВ

### А. Динамическая вязкость $\eta$ воды в зависимости от температуры и давления [1; 638]

Температура, К	Вязкость, $10^3$ Па·с при давлении, $10^5$ Па (кгс/см $^2$ )				
	1,02 (1,0)	51,0 (50)	102,0 (100)	204,0 (200)	306,0 (300)
273	1792	1781	1770	1748	1726
283	1307	1301	1296	1289	1281
293	1002	1001	1000	998	995
303	797	797	798	798	800
313	653	653	654	656	658
323	546	547	549	552	555
333	466	468	469	472	476
343	404	406	408	411	416
353	355	358	361	366	372
363	315	317	324	330	337
373	282	287	293	301	309
473	—	139	141	145	149
573	—	—	94	96	99
673	—	—	—	—	43

Примечание. Данные относятся к случаю, когда в качестве абсолютной величины вязкости при 293 К взято значение 1002 по предложению Национального бюро стандартов США (NBS).

### Б. Динамическая вязкость $\eta$ водяного пара в зависимости от температуры и давления [637]

Температура, °С	Насыщения	$\eta \cdot 10^7$ Па·с при давлении $10^5$ Па (кгс/см $^2$ )							
		1,02 (1,0)	20,4 (20)	40,8 (40)	61,2 (60)	81,6 (80)	107,0 (100)	153,0 (150)	204,0 (200)
100	124	124	—	—	—	—	—	—	—
120	133	132	—	—	—	—	—	—	—
140	142	140	—	—	—	—	—	—	—
160	152	148	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
180	163	155	—	—	—	—	—	—	—
200	175	163	—	—	—	—	—	—	—
220	188	171	184	—	—	—	—	—	—
240	201	179	190	—	—	—	—	—	—
260	217	186	196	211	—	—	—	—	—
280	235	194	203	217	232	—	—	—	—
300	257	202	210	223	236	250	—	—	—
320	282	209	217	230	242	255	268	—	—
340	318	217	225	236	248	261	272	318	—
360	365	225	232	243	254	266	278	308	—
380	—	232	240	250	261	272	283	311	361
400	—	240	247	257	268	279	289	316	354
420	—	247	254	264	275	284	295	322	354
440	—	254	262	271	282	291	302	329	358
460	—	262	269	279	288	298	308	335	363
480	—	269	277	285	294	304	315	342	370
500	—	277	284	292	301	311	322	349	380

В. Динамическая вязкость некоторых газов  $\eta$  в зависимости от температуры и давления [637]

#### Оксид углерода CO

Давление, $10^5$ Па (кгс·см <sup>2</sup> )	Динамическая вязкость $\eta \cdot 10^8$ Па·с, при температуре, °C						
	0	25	50	100	150	200	250
2,04(2)	1660	1765	1870	2075	2270	2450	2625
20,4(20)	1690	1795	1900	2105	2290	2470	2645
51,0(50)	1750	1850	1945	2145	2320	2500	2670
102,0(100)	1895	1990	2050	2225	2385	2560	2715
153,0(150)	2080	2140	2175	2320	2465	2630	2770
204,0(200)	2300	2305	2315	2430	2550	2710	2830
306,0(300)	2740	2680	2640	2680	2765	2870	2970
408,0(400)	3175	3065	2985	2950	2970	3035	—
510,0(500)	3600	3450	3330	3225	3185	3200	—
612,0(600)	—	3825	3660	3490	3405	3400	—
816,0(800)	—	4550	4300	4010	3820	3760	—

# Двуокись углерода CO<sub>2</sub>

Давле- ние, 10 <sup>5</sup> Па (кгс·см <sup>2</sup> )	Температура, °C								
	20	30	40	60	90	100	150	200	250
1,02 (1)	1 463	1 510	1 560	1 650	1 790	1 825	2045	2254	2456
20,4 (20)	1 560	1 590	1 630	—	1 820	1 855	2075	2280	2485
51,0 (50)	1 850	1 830	1 805	—	1 900	1 950	2140	2340	2540
71,4 (70)	2 320	2 500	2 120	—	2 030	2 040	2190	2385	2590
81,4 (80)	2 680	5 310	2 470	—	2 110	2 100	2220	2420	2610
91,8 (90)	8 000	5 980	3 350	—	2 200	2 160	2250	2450	2640
102,0 (100)	8 280	6 500	4 875	—	2 300	2 240	2290	2480	2665
122,4 (120)	8 820	7 300	6 030	—	2 590	2 440	2390	2540	2730
153,0 (150)	9 520	8 080	6 950	4 650	3 120	2 850	2560	2660	2810
204,0 (200)	10 400	9 090	8 000	6 020	4 190	3 800	2980	2900	2980
255,0 (250)	11 170	9 930	8 850	6 980	5 130	4 700	3480	3200	3180
306,0 (300)	11 820	10 610	9 590	7 810	5 960	5 470	3980	3540	3380
408,0 (400)	12 960	11 780	10 800	9 130	7 300	6 780	4980	4260	3890
510,0 (500)	14 000	12 860	11 850	10 230	8 400	7 880	5920	4960	4440
612,0 (600)	15 000	13 850	12 820	11 200	9 370	8 800	6760	5640	5020
714,0 (700)	—	14 840	13 720	12 110	10 200	9 620	7530	6280	5570
816,0 (800)	—	15 600	14 600	12 950	11 000	10 400	8250	6900	6100

Примечание. Динамическая вязкость ( $\eta \cdot 10^5$ , Па·с) CO<sub>2</sub> при 15° С при низких давлениях:

Давление, Па	Вязкость
1·10 <sup>5</sup>	1490
0,51·10 <sup>5</sup>	1490
0,27·10 <sup>4</sup>	1480
0,27·10 <sup>3</sup>	1470
79	1380



# Кислород O<sub>2</sub>

Давление, 10 <sup>5</sup> Па (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура, °C		
	15	50	100
1,02(1,0)	1993	2182	2437
22,4(22,0)	2013	2211	2460
42,9(42,0)	2055	2249	2490
63,2(62,0)	2114	2295	2525
83,7(82,0)	2188	2345	2564
104,0(102,0)	2269	2401	2608
122,4(120,0)	2351	2463	2655

Давление, 10 <sup>5</sup> Па (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура, °C		Давление, 10 <sup>5</sup> Па (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура, °C	
	15,8	54,8		15,8	54,8
1,02(1,0)	1997,5	2207	306,0(300)	3220	—
20,4(20)	2024,0	—	408,0(400)	3769	—
51,0(50)	2093,5	2288	510,0(500)	4330	—
102,0(100)	2250,0	2434	612,0(600)	4862,0	—
153,0(150)	2451,5	2610	714,0(700)	5392,0	—
204,0(200)	2688,5	—			

## г. Динамическая вязкость окислов

Температура, К	η, Па	Температура, К	η, Па	Температура, К	η, Па
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O [638]</b>				<b>BeO [1]</b>	
259*1	85·10 <sup>9</sup>	523	1800·10 <sup>-8</sup>	1473	185·10 <sup>9</sup>
273*1	1·10 <sup>10</sup>	573	1985·10 <sup>-8</sup>	1573	68·10 <sup>9</sup>
273*2	17921·10 <sup>-7</sup>	673	2350·10 <sup>-8</sup>	1673	38·10 <sup>9</sup>
283	13077·10 <sup>-7</sup>	773	2720·10 <sup>-8</sup>	1773	127·10 <sup>8</sup>
293	10050·10 <sup>-7</sup>	873	3090·10 <sup>-8</sup>	1873	93·10 <sup>8</sup>
303	8007·10 <sup>-7</sup>	973	3460·10 <sup>-8</sup>	1973	72·10 <sup>8</sup>
313	6560·10 <sup>-7</sup>	1073	3820·10 <sup>-8</sup>		
323	5494·10 <sup>-7</sup>	1273	4560·10 <sup>-8</sup>		
333	4688·10 <sup>-7</sup>	<b>D<sub>2</sub>O [638]</b>		<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1] *4</b>	
343	4061·10 <sup>-7</sup>	303	969·10 <sup>-6</sup>	573	4193·10 <sup>5</sup>
353	3565·10 <sup>-7</sup>	318	713·10 <sup>-6</sup>	773	3990
363	3165·10 <sup>-7</sup>	333	552·10 <sup>-6</sup>	973	1000
373	2838·10 <sup>-7</sup>	348	445·10 <sup>-6</sup>	1273	6,31
273*3	883·10 <sup>-8</sup>	363	365·10 <sup>-6</sup>	<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1] ]</b>	
298	975·10 <sup>-8</sup>	373	323·10 <sup>-6</sup>	1023	43,6
323	1065·10 <sup>-8</sup>	398	252·10 <sup>-6</sup>	1073	26,0
348	1157·10 <sup>-8</sup>	423	208·10 <sup>-6</sup>	1173	11,8
373	1250·10 <sup>-8</sup>	448	175·10 <sup>-6</sup>	1273	7,0
423	1435·10 <sup>-8</sup>	473	151·10 <sup>-6</sup>	1373	4,0
473	1615·10 <sup>-8</sup>	498	135·10 <sup>-6</sup>		
		523	124·10 <sup>-6</sup>		

1	2	1	2	1	2
<b>CO [637]*<sup>5</sup></b>					
68,55	287.10 <sup>-6</sup>	423	2045.10 <sup>-8</sup>	773	3700.10 <sup>-8</sup>
73,2	224.10 <sup>-6</sup>	473	2254.10 <sup>-8</sup>	873	4010.10 <sup>-8</sup>
75,2	203.10 <sup>-6</sup>	523	2456.10 <sup>-8</sup>	973	4275.10 <sup>-8</sup>
77,8	186.10 <sup>-6</sup>	573	2646.10 <sup>-8</sup>	1073	4535.10 <sup>-8</sup>
82,8	165.10 <sup>-6</sup>	673	2994.10 <sup>-8</sup>	1273	5075.10 <sup>-8</sup>
90,1	146.10 <sup>-6</sup>	773	3309.10 <sup>-8</sup>		
99,6	116.10 <sup>-6</sup>	873	3605.10 <sup>-8</sup>	<b>NO<sub>2</sub> [1]</b>	
111,6	100.10 <sup>-6</sup>	973	3876.10 <sup>-8</sup>	293	189.10 <sup>-7</sup>
129,6	66.10 <sup>-6</sup>	1073	4140.10 <sup>-8</sup>		
		1273	4658.10 <sup>-8</sup>		
<b>CO [637]*<sup>6</sup></b>		<b>N<sub>2</sub>O*<sup>3</sup></b>		<b>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> [637]*<sup>6</sup></b>	
80* <sup>7</sup>	533.10 <sup>-8</sup>	198	990.10 <sup>-8</sup>	273,87	5220.10 <sup>-7</sup>
100* <sup>7</sup>	668.10 <sup>-8</sup>	223	1115.10 <sup>-8</sup>	278,24	4954.10 <sup>-7</sup>
120* <sup>7</sup>	796.10 <sup>-8</sup>	248	1240.10 <sup>-8</sup>	282,30	4720.10 <sup>-7</sup>
153	1030.10 <sup>-8</sup>	273	1360.10 <sup>-8</sup>	288,51	4401.10 <sup>-7</sup>
163	1090.10 <sup>-8</sup>	293	1460.10 <sup>-8</sup>		
173	1130.10 <sup>-8</sup>	298	1482.10 <sup>-8</sup>	<b>O<sub>2</sub> [637]*<sup>5</sup></b>	
198	1275.10 <sup>-8</sup>	323	1595.10 <sup>-8</sup>	54,4	873.10 <sup>-6</sup>
223	1400.10 <sup>-8</sup>	348	1712.10 <sup>-8</sup>	54,9	772.10 <sup>-6</sup>
248	1528.10 <sup>-8</sup>	373	1822.10 <sup>-8</sup>	56,4	717.10 <sup>-6</sup>
273	1662.10 <sup>-8</sup>	423	2040.10 <sup>-8</sup>	57,1	638.10 <sup>-6</sup>
293	1749.10 <sup>-8</sup>	473	2245.10 <sup>-8</sup>	59,7	631.10 <sup>-6</sup>
298	1766.10 <sup>-8</sup>	523	2450.10 <sup>-8</sup>	61,7	521.10 <sup>-6</sup>
323	1872.10 <sup>-8</sup>	573	2649.10 <sup>-8</sup>	63,5	476.10 <sup>-6</sup>
348	1980.10 <sup>-8</sup>	673	3030.10 <sup>-8</sup>	68,9	377.10 <sup>-6</sup>
373	2076.10 <sup>-8</sup>	773	3375.10 <sup>-8</sup>	72,3	323.10 <sup>-6</sup>
423	2271.10 <sup>-8</sup>			77,4	273.10 <sup>-6</sup>
473	2452.10 <sup>-8</sup>	<b>NO*<sup>3</sup></b>		80,0	250.10 <sup>-6</sup>
523	2622.10 <sup>-8</sup>	123	860.10 <sup>-8</sup>	90,1	190.10 <sup>-6</sup>
573	2788.10 <sup>-8</sup>	133	930.10 <sup>-8</sup>		
673	3090.10 <sup>-8</sup>	143	1000.10 <sup>-8</sup>	<b>O<sub>2</sub> [637]*<sup>6</sup></b>	
773	3370.10 <sup>-8</sup>	153	1064.10 <sup>-8</sup>	83	635.10 <sup>-8</sup>
873	3630.10 <sup>-8</sup>	163	1130.10 <sup>-8</sup>	93	710.10 <sup>-8</sup>
973	3870.10 <sup>-8</sup>	173	1198.10 <sup>-8</sup>	103	785.10 <sup>-8</sup>
1073	4100.10 <sup>-8</sup>	198	1357.10 <sup>-8</sup>	113	860.10 <sup>-8</sup>
1273	4530.10 <sup>-8</sup>	223	1510.10 <sup>-8</sup>	123	935.10 <sup>-8</sup>
		248	1656.10 <sup>-8</sup>	133	1010.10 <sup>-8</sup>
<b>CO<sub>2</sub> [637]*<sup>6</sup></b>		273	1800.10 <sup>-8</sup>	143	1085.10 <sup>-8</sup>
173	886.10 <sup>-8</sup>	293	1899.10 <sup>-8</sup>	153	1150.10 <sup>-8</sup>
198	1007.10 <sup>-8</sup>	298	1920.10 <sup>-8</sup>	163	1218.10 <sup>-8</sup>
223	1126.10 <sup>-8</sup>	323	2035.10 <sup>-8</sup>	173	1286.10 <sup>-8</sup>
248	1247.10 <sup>-8</sup>	348	2156.10 <sup>-8</sup>	198	1452.10 <sup>-8</sup>
273	1367.10 <sup>-8</sup>	373	2272.10 <sup>-8</sup>	223	1612.10 <sup>-8</sup>
293	1463.10 <sup>-8</sup>	423	2475.10 <sup>-8</sup>	248	1753.10 <sup>-8</sup>
298	1486.10 <sup>-8</sup>	473	2682.10 <sup>-8</sup>	273	1910.10 <sup>-8</sup>
323	1607.10 <sup>-8</sup>	523	2870.10 <sup>-8</sup>	293	2026.10 <sup>-8</sup>
348	1716.10 <sup>-8</sup>	573	3055.10 <sup>-8</sup>	298	2052.10 <sup>-8</sup>
373	1827.10 <sup>-8</sup>	673	3400.10 <sup>-8</sup>	323	2182.10 <sup>-8</sup>

1	2	1	2	1	2
348	2310.10 <sup>-8</sup>	298	1270.10 <sup>-8</sup>	<b>ZnO</b> [236]*10	
373	2437.10 <sup>-8</sup>	323	1390.10 <sup>-8</sup>	1173	122.10 <sup>8</sup>
423	2674.10 <sup>-8</sup>	348	1500.10 <sup>-8</sup>	1353	43.10 <sup>8</sup>
473	2867.10 <sup>-8</sup>	373	1611.10 <sup>-8</sup>	1453	28.10 <sup>8</sup>
523	3103.10 <sup>-8</sup>	423	1830.10 <sup>-8</sup>	1533	21.10 <sup>8</sup>
573	3310.10 <sup>-8</sup>	473	2040.10 <sup>-8</sup>	<b>GeO<sub>2</sub></b> [1]	
673	3686.10 <sup>-8</sup>	523	2255.10 <sup>-8</sup>	1773*13	200
773	4030.10 <sup>-8</sup>	573	2455.10 <sup>-8</sup>	1823	120
873	4350.10 <sup>-8</sup>	673	2820.10 <sup>-8</sup>	1873	80
973	4652.10 <sup>-8</sup>	773	3155.10 <sup>-8</sup>	1923	50
1073	4940.10 <sup>-8</sup>	873	3465.10 <sup>-8</sup>	1973	32
1273	5470.10 <sup>-8</sup>	973	3760.10 <sup>-8</sup>	1573*13	2800
<b>O<sub>3</sub></b> [81, т. 3] *8		1073	4040.10 <sup>-8</sup>	1673	750
78	420±1.10 <sup>-5</sup>	1273	4540.10 <sup>-8</sup>	1773	200
90	155±2.10 <sup>-5</sup>	<b>TiO<sub>2</sub></b> [236] *10		1573*13	2800
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [1] *9		1593	382.10 <sup>7</sup>	1673	750
1573	12.10 <sup>10</sup>	1673	196.10 <sup>7</sup>	1773	200
1723	4.10 <sup>10</sup>	1753	100.10 <sup>7</sup>	1573*14	9000
1873	9.10 <sup>9</sup>	2123—	η=5.10 <sup>-5</sup> exp	1673	1100
1973	78.10 <sup>8</sup>	2623	(33000/RT)*11	1773	380
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [236] *10		<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [236]*10		<b>ZrO<sub>2</sub></b> [236]*10	
1873	45.10 <sup>8</sup>	713	250.10 <sup>8</sup>	2123	134.10 <sup>7</sup>
1973	196.10 <sup>7</sup>	753	505.10 <sup>7</sup>	2273	86.10 <sup>7</sup>
2073	92.10 <sup>7</sup>	793	124.10 <sup>7</sup>	2423	59.10 <sup>7</sup>
<b>SiO<sub>2</sub></b> [1] *4		<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [236]*10		<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [236]*10	
1673	563.10 <sup>7</sup>	1773	625.10 <sup>7</sup>	1493	161.10 <sup>8</sup>
1973	3162.10 <sup>3</sup>	1853	330.10 <sup>7</sup>	1553	75.10 <sup>8</sup>
2273	399.10 <sup>3</sup>	1933	184.10 <sup>7</sup>	1633	30.10 <sup>8</sup>
2573	3990	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [236]*10		<b>MoO<sub>3</sub></b> [236]*10	
<b>SO<sub>2</sub></b> [1] *8		1373	635.10 <sup>7</sup>	723	465.10 <sup>7</sup>
239,5	551.10 <sup>-6</sup>	1443	321.10 <sup>7</sup>	773	270.10 <sup>7</sup>
262,5	428.10 <sup>-6</sup>	1523	157.10 <sup>7</sup>	823	163.10 <sup>7</sup>
272,9	394.10 <sup>-6</sup>	<b>CoO</b> [236]*10		873	103.10 <sup>7</sup>
<b>SO<sub>2</sub></b> *3		1173	123.10 <sup>8</sup>		
198	855.10 <sup>-8</sup>	1253	45.10 <sup>8</sup>		
223	955.10 <sup>-8</sup>	1353	196.10 <sup>7</sup>		
248	1053.10 <sup>-8</sup>	1443	103.10 <sup>7</sup>		
273	1158.10 <sup>-8</sup>	<b>NiO</b> [236]*10			
293	1250.10 <sup>-8</sup>	1423	575.10 <sup>7</sup>		
		1523	346.10 <sup>7</sup>		
		1623	225.10 <sup>7</sup>		

1	2	1	2	1	2
<b>HfO<sub>2</sub> [236]*<sup>10</sup></b>		<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [236]*<sup>10</sup></b>		<b>WO<sub>3</sub> [236]*<sup>10</sup></b>	
2100	214·10 <sup>7</sup>	1583	1430·10 <sup>7</sup>	1143	1280·10 <sup>7</sup>
2473	166·10 <sup>7</sup>	1673	500·10 <sup>7</sup>	1243	440·10 <sup>7</sup>
2573	124·10 <sup>7</sup>	1773	164·10 <sup>7</sup>	1303	250·10 <sup>7</sup>
				1373	137·10 <sup>7</sup>

\*<sup>1</sup> Лед. \*<sup>2</sup> Вода. \*<sup>3</sup> Вязкость газов и паров при давлении 1,013·10<sup>5</sup> Па [637]. \*<sup>4</sup> Из графика. \*<sup>5</sup> Сжиженный газ. \*<sup>6</sup> Газ при давлении 101325 Па. \*<sup>7</sup> [1]. \*<sup>8</sup> Жидкость. \*<sup>9</sup> Из графика, 99,9% чистоты, горячепрессованный. \*<sup>10</sup> Вязкость определялась в процессе горячего прессования при 176,52·10<sup>5</sup> Па. \*<sup>11</sup> TiO<sub>2</sub> 99,5% чистоты, метод затухающих колебаний в вакууме 133,322·10<sup>-4</sup> Па и в аргоне, расчетная погрешность ±8%, энергия активации вязкого течения 135,65 кДж/моль, энтропия вязкого течения — 16,747 Дж/(моль·К). \*<sup>12</sup> Из графика, шкала логарифмическая. \*<sup>13</sup> Данные Куркьяна и Дугласа. \*<sup>14</sup> Данные Маккензи.

### 3. ПОСТОЯННЫЕ В УРАВНЕНИИ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА \*<sup>1</sup>

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$$

Окисел	$a \cdot 10^{-5}$ Н·м <sup>2</sup> /кмоль <sup>2</sup>	$b$ , м <sup>3</sup> /кмоль	Окисел	$a \cdot 10^{-5}$ Н·м <sup>2</sup> /кмоль <sup>2</sup>	$b$ , м <sup>3</sup> /кмоль
H <sub>2</sub> O	5,445	0,03053	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	5,265	0,04427
CO	1,480	0,03988	O <sub>2</sub>	1,355	0,03185
CO <sub>2</sub>	3,580	0,04270	O <sub>3</sub>	1,840* <sup>3</sup>	0,03544* <sup>2</sup>
N <sub>2</sub> O	3,770	0,04418	SO <sub>2</sub>	6,690	0,05640
NO	1,335	0,02791			

\*<sup>1</sup> При переходе от значений величины  $b$ , взятой из Справочника химика (т. I, изд. 2, М. — Л., «Химия», 1966), к указанным здесь использован коэффициент 22,415, для величины  $a$  — коэффициент 0,0050. \*<sup>2</sup> В источнике [81, т. III, с. 655] указано ошибочное значение. \*<sup>3</sup> Расчет по зависимости  $a = p_{кр} 27b^2$ .

### 4. КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ [1; 9]

Окисел	Критическая температура $T_{кр}$ , К	Критическое давление $p_{кр} \cdot 10^{-5}$ , Па	Критический объем $V_{кр} \cdot 10^{-3}$ , м <sup>3</sup> /кмоль	Критическая плотность $\rho_{кр}$ , кг/м <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O	647,30±0,05	221,1±0,1	56,3	320±10
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	730	216,8	—	—
D <sub>2</sub> O	644,05±0,10	218,5±0,3	55,1	363
Li <sub>2</sub> O	> 6000	—	—	—

1	2	3	4	5
BeO	> 6000	—	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	> 6000	—	—	—
CO	132,92±0,03	34,978±0,05	93,06±1,0	301±3
CO <sub>2</sub>	304,15±0,05	73,85±0,05	94,04	468±1
N <sub>2</sub> O	309,58±0,01	72,53±0,01	57,27	453±1
NO	180,3	65,46±0,2	58	520
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (NO <sub>2</sub> )	431,2	100,29±1,01	82	560
O <sub>2</sub>	154,78±0,05	50,79±0,10	78	410±20
O <sub>3</sub>	261,05	55,4±0,1	89,4	537
F <sub>2</sub> O	215,15±0,1	49,5	97,6	553
MgO	> 6000	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	> 6000	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	> 6000	—	—	—
SO <sub>2</sub>	430,65±0,2	78,8±0,1	122	524±5
SO <sub>3</sub>	491,15±0,5	82,05±0,5	126	633
CaO	> 6000	—	—	—
SrO	> 6000	—	—	—
PbO	5300	3292	—	—

## 5. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ [1]

Оксид	Среднеарифметическая скорость молекул при 0° С, м/с	Среднее число столкновений молекулы за 1 с при 0° С и 101325 Па, $\bar{z} \cdot 10^{-9}$	Средняя длина свободного пробега молекулы при 0° С и 101325 Па $\bar{\lambda} \cdot 10^{10}$ , м
H <sub>2</sub> O	566,5	14,02	404
CO	471,3	7,99	590
CO <sub>2</sub>	375,99	9,67	389
SO <sub>2</sub>	300,4	10,3	290

## 6. СРЕДНЯЯ ДЛИНА СВОБОДНОГО ПРОБЕГА ФОНОНОВ

Температура, К	$\bar{\lambda}$ , нм	Температура, К	$\bar{\lambda}$ , нм
1	2	1	2
BeO [19] *1		773	3,4
373	13,8	873	2,8
473	8,0	973	2,0
573	5,1	1073	1,7
673	4,3	1173	1,4
		1273	1,2

1	2	1	2
<b>MgO [19] *1</b>		<b>TiO<sub>2</sub>[19] *1</b>	
373	7,7	423	1,0
473	4,5	473	0,8
573	3,0	673	0,6
673	2,5	873	0,4
773	2,0	1073	0,3
873	1,7		
973	1,5	<b>VO [50] *2</b>	
1073	1,2	77	83,2
1173	1,1	200	13,1
1273	1,0	273	6,6
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [19] *1</b>		300	6,1
373	2,8	400	4,2
473	2,1	500	3,0
573	1,7	600	3,1
673	1,2	700	3,6
773	1,0	800	3,8
873	0,8	900	4,1
973	0,7	1000	4,3
1073	0,6	1100	4,3
1173	0,5		
1273	0,4	<b>UO<sub>2</sub> [116] *3</b>	
<b>TiO [45] *2</b>		140—300	$1/\bar{\lambda} = 2,21 \cdot 10^8 + 9,42 \cdot 10^5 T$
77	191,0	<b>U<sub>4</sub>O<sub>9</sub> [116] *3</b>	
200	35,0	100—300	$1/\bar{\lambda} = 5,01 \cdot 10^8 + 5,01 \cdot 10^5 T$
273	19,0		
300	13,0		
400	10,0		
500	10,0		
600	10,0		
700	12,0		
800	14,0		
900	16,0		
1000	18,0		
1100	20,0		

\*1 Из графика. \*2 Расчет. \*3 м<sup>-1</sup>.

## ГЛАВА IV

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## 1. МОДУЛЬ НОРМАЛЬНОЙ УПРУГОСТИ

[illegible]

1	2	1	2	1	2
<b>Dy<sub>2</sub>O [240]</b>		132*79	473	240, 27—	293—1473
51,6*66	—	130*79	773	192, 2*84	
89,6*67	—	124*79	1273	236, 35*85	573
124,0*68	—	104*80	273	216, 7*85	873
170,0*69	—	102*80	473	205, 95*85	1173
		100*80	773	137, 3*86	293
<b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [218]</b>		95*80	1273	125, 5*86	873
188*70	293	86*81	273	107, 88*86	1273
178*71	293	84*81	473	83, 36*86	1473
162*72	293	82*81	773	144, 16*87	293
150*73	293	80*81	1273		
135*74	293			<b>UO<sub>2</sub> [1]</b>	
120*75	293	<b>ThO<sub>2</sub> [1]</b>		171, 62*88	—
105*76	293			181, 43—	
90*77	293	137, 30—	293—1473	162, 8	293—1073
77*78	293	97, 1*82		<b>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> [1]</b>	
135*79	273	223, 6*83	293	172, 2	293

\*1 Метод изгиба, плотность 2700—2800 кг/м<sup>3</sup>. \*2 Плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>. \*3 2000 кг/м<sup>3</sup>. \*4 2200 кг/м<sup>3</sup>. \*5 2400 кг/м<sup>3</sup>. \*6 2600 кг/м<sup>3</sup>. \*7 2800 кг/м<sup>3</sup>. \*8 3000 кг/м<sup>3</sup>. \*9 Пористость 3—7%. \*10 Пористость 11%. Плотность 3150 кг/м<sup>3</sup>. \*11 Пористость 3—7%. \*12 Пористость 2%, плотность 3510 кг/м<sup>3</sup>. \*13, \*14, \*15 Монокристалл, методом статического нагружения для направления E<sub>100</sub>, E<sub>110</sub>, E<sub>111</sub>. \*16 Плотность 3580 кг/м<sup>3</sup> по источнику [215]. \*17 Плотность 3460 кг/м<sup>3</sup>, пористость 3,3% по источнику [216, с. 46]. \*18 Горячепрессованный. \*19 Обожжен при 2023 К. \*20 Плотность 3580 кг/м<sup>3</sup>, пористость 3,5% по источнику [216]. \*21—\*25 Из графика, плотность: 3800; 3850; 3900; 3950; 3990 кг/м<sup>3</sup> соответственно по источнику [238]. \*26—\*34 Кварцевая нить диаметром 3; 4; 5; 7; 10; 15; 76; 71; 52\*35 мкм соответственно. \*35 При 0 К методом экстраполяции. Образцы поликристаллические. \*36 Статическим методом. Образцы в виде диска d=32 мм, h=1 мм. \*37 Плотность 4100 кг/м<sup>3</sup> по источнику [1]. \*38—\*41 Из графика, плотность: 4000; 4100; 4200; 4250 кг/м<sup>3</sup> соответственно по источнику [238]. \*42 Монокристалл по источнику [238]. \*43 Методом растяжения, образцы поликристаллические, пористость 1%, спекались под давлением p=22 МПа, T=1353 К. \*44—\*43 Поликристаллические, из графика. \*44 Плотность 4000 кг/м<sup>3</sup>. \*45 4500 кг/м<sup>3</sup>. \*46 5000 кг/м<sup>3</sup>. \*47 5500 кг/м<sup>3</sup>. \*48 5680 кг/м<sup>3</sup>. \*49 Монокристалл. \*50 Спеченный, метод изгиба тонких стержней. \*51 Плотность 6100 кг/м<sup>3</sup>. \*52 Стабилизированный 4,2% (по массе) MgO. \*53 Стабилизированный 2% (по массе) MgO. \*54 Стабилизированный 5% (по массе) CaO, плотность 4930 кг/м<sup>3</sup>. \*55 Стабилизированный 4% (по массе) CaO, общая пористость 4%. \*56 Плотность 5430 кг/м<sup>3</sup>, пористость 5,6% по источнику [216]. \*57—\*52 Поликристаллический, моноклинный, из графика. \*57 Объемная пористость 0,00%. \*58 0,08. \*59 0,16. \*60 0,24. \*61 0,32. \*62 0,40. \*63 Пористость 3,47%. \*64 Пористость 22,97%. \*65 Пористость 36,6%. \*66—\*68 Поликристаллический, из графика. \*66 Плотность 3300 кг/м<sup>3</sup>. \*67 5000 кг/м<sup>3</sup>. \*68 10 000 кг/м<sup>3</sup>. \*69 Беспористая. \*70—\*78 Поликристаллический. \*70 Объемная пористость 0,00. \*71 0,10. \*72 0,06. \*73 0,10. \*74 0,14. \*75 0,18. \*76 0,22. \*77 0,26. \*78 0,30. \*79 Пористость 14,3%. \*80 Пористость 21,4%. \*81 Пористость 27,1%. \*82 Образцы спечены при 2173 К. \*83 Горячепрессованные, плотность 9570 кг/м<sup>3</sup>. \*84 Плотность 9630 кг/м<sup>3</sup> с добавкой 0,5% CaO. \*85 Состав 99,5% ThO<sub>2</sub>+0,5% CaO. \*86 Образцы обожжены при 2173 К. \*87 Образцы спеченные, пористость 3—7%. \*88 Пористость 3—10%.



## 2. МОДУЛЬ СДВИГА

Модуль сдвига $G$ , ГПа	Температура, К	Модуль сдвига $G$ , ГПа	Температура, К	Модуль сдвига $G$ , ГПа	Температура, К
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O [1]</b>		225,86*8	1373	<b>TiO<sub>2</sub> [238]</b>	
2,746—	—	202,51*8	1473	96,0*23	298
2,942*1	—	119,45*8	1573	107,0*24	298
<b>BeO [1]</b>		15,79*8	1673	111,5*25	298
100,03*2	273—1073	12,36*8	1773	113,54*26	298
96,11*2	1273	163,4*9	298	<b>ZnO [238]</b>	
48,05*2	1373	85*10	—	21,0*27	298
<b>MgO [1]</b>		115*11	—	27,0*28	298
76,49—	573—1573	135*12	—	34,0*29	298
22,56*3		160*13	—	42,5*30	298
113,76—	573—1673	<b>SiO<sub>2</sub> [1]</b>		45,6*31	298
35,31*4		31	293	45,5*32	298
129,3*5	298	66*14	293	<b>ZrO<sub>2</sub> [1]</b>	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		61*15	293	60,80	293
124,55—	298—1323	58*16	293	67,67*33	298
105,92*6		53*17	293	97,09*33	1573
89,24*6	1473	48*18	293	96,79*34	1573
77,48*6	1623	42*19	293	<b>CeO<sub>2</sub> [1]</b>	
60,00*6	1773	39*20	293	62,47	303
186,33*7	293	35*21	293	34,32	1373
347,36*8	293	<b>CaO [211]</b>			
347,36*8	293	73,5*22	0		
291,76*8	773	74,0*22	273		
274,60*8	1273				

1	2	1	2	1	2
15,79	1573	35* <sup>43</sup>	273	79,44* <sup>48</sup>	1073
69,04* <sup>35</sup>	—	30* <sup>43</sup>	1073	58,84* <sup>48</sup>	1373
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [212]		28* <sup>43</sup>	1473	38,25* <sup>48</sup>	1573
		56—53* <sup>44</sup>	273—1473	93,17— 83,36* <sup>49</sup>	303—973
58,0* <sup>36</sup>	293	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [218]		UO <sub>2</sub> [1]	
51,0* <sup>37</sup>	293				
43,0* <sup>38</sup>	293	52* <sup>45</sup>	273	0,98—1,96	298
35,0* <sup>39</sup>	293	50* <sup>45</sup>	773		
27,0* <sup>40</sup>	293	48* <sup>45</sup>	1273		
17,5* <sup>41</sup>	293	41—40* <sup>46</sup>	273—1273		
21* <sup>42</sup>	273	34—32* <sup>47</sup>	273—1273		
18* <sup>42</sup>	1073	ThO <sub>2</sub> [1]			
16* <sup>42</sup>	1473				
		98,07* <sup>48</sup>	303		

\*<sup>1</sup> Лед. \*<sup>2</sup> Плотность 2700—2800 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>3</sup> Образцы получены литьем из шликера, пористость 12%. \*<sup>4</sup> Гидростатическим прессованием, пористость 2%. \*<sup>5</sup> Поликристаллический, резонансный метод по источнику [215]. \*<sup>6</sup> Из чистой α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, плотность 3840 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>7</sup> Монокристалл. \*<sup>8</sup> Беспористые. \*<sup>9</sup> Монокристалл по источнику [238]. \*<sup>10</sup> Из графика, плотность 3400 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>11</sup> Плотность 3600 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>12</sup> 3800 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>13</sup> 4000 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>14—21</sup> Кварцевая плавная нить. \*<sup>14</sup> Диаметр 3 мкм. \*<sup>15</sup> 4 мкм. \*<sup>16</sup> 5 мкм. \*<sup>17</sup> 7 мкм. \*<sup>18</sup> 10 мкм. \*<sup>19</sup> 15 мкм. \*<sup>20</sup> 20 мкм. \*<sup>21</sup> 30 мкм. \*<sup>22</sup> Поликристалл, методом экстраполяции при ОК. \*<sup>23—25</sup> Поликристаллический, из графика. \*<sup>23</sup> Плотность 4050 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>24</sup> 4200 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>25</sup> 4250 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>26</sup> Монокристалл. \*<sup>27—31</sup> Поликристаллический, из графика. \*<sup>27</sup> Плотность 4000 кг/м<sup>3</sup>; \*<sup>28</sup> 4500 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>29</sup> 5000 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>30</sup> 5400 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>31</sup> 5700 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>32</sup> Монокристалл. \*<sup>33</sup> Стабилизирован 2,5% (по массе) MgO. \*<sup>34</sup> Плотность 5200 кг/м<sup>3</sup>, общая пористость 4%, открытая 0%, стабилизирован 4% (по массе) CaO. \*<sup>35</sup> Обжиг при 1773 К, получены прессованием, p=490 МПа. \*<sup>36—41</sup> Поликристаллический, моноклинный, из графика. \*<sup>36</sup> Объемная пористость 0,00. \*<sup>37</sup> 0,08. \*<sup>38</sup> 0,16. \*<sup>39</sup> 0,24. \*<sup>40</sup> 0,32. \*<sup>41</sup> 0,40. \*<sup>42</sup> Из графика, пористость 36,6%. \*<sup>43</sup> Пористость 22,97%, из графика. \*<sup>44</sup> Пористость 3,47%, из графика. \*<sup>45</sup> Пористость 14,3%, из графика. \*<sup>46</sup> Пористость 21,4%. \*<sup>47</sup> Пористость 27,1%. \*<sup>48</sup> Пористость 1,7%, плотность 9530 кг/м<sup>3</sup>, спечены при 2103 К. \*<sup>49</sup> Плотность 9700 кг/м<sup>3</sup>, состав: 99,5% ThO<sub>2</sub>+0,5% CaO.

### 3. КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА

Коэффициент Пуассона	Температура, К	Коэффициент Пуассона	Температура, К	Коэффициент Пуассона	Температура, К	Коэффициент Пуассона	Температура, К
1	2	1	2	1	2	1	2
<b>BeO [1]</b>							
0,36—0,38 <sup>*1</sup>	293	0,25—0,44 <sup>*6</sup>	298—1473	<b>CeO<sub>2</sub> [1]</b>			
0,34—0,35	293—1273	0,13—0,30 <sup>*7</sup>	298—1473				
0,40	1373	<b>SiO<sub>2</sub> [47]</b>		0,515 <sup>*12</sup>	293	0,17 <sup>*16</sup>	293
<b>MgO [1]</b>							
0,36—0,33	298—1273	0,17 <sup>*8</sup>	—	<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [212]</b>		0,28—0,29 <sup>*17</sup>	873—1173
0,47	1373	<b>CaO [211]</b>		0,266—0,268 <sup>*13</sup>	293	0,280—	303—1173
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>							
0,27—0,36 <sup>*2</sup>	293—1273	0,23 <sup>*9</sup>	0	<b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [218]</b>			
0,47 <sup>*2</sup>	1373	0,22 <sup>*9</sup>	273				
0,26—0,45 <sup>*3</sup>	298—1473	<b>ZrO<sub>2</sub> [1]</b>		0,264 <sup>*14</sup>	273—1273	<b>ThO<sub>2</sub> [1]</b>	
0,32—0,53 <sup>*4</sup>	298—1473	0,29 <sup>*10</sup>	293	0,295—0,288 <sup>*15</sup>	293—1273		
0,29—0,49 <sup>*5</sup>	298—1473	0,36 <sup>*11</sup>	293				

<sup>\*1</sup> Плотность 2700—2800 кг/м<sup>3</sup>. <sup>\*2</sup> Спеченный глинозем, беспористый. <sup>\*3</sup> Пористость 0,1%. <sup>\*4</sup> Пористость 0,2%. <sup>\*5</sup> Пористость 0,3%. <sup>\*6</sup> Пористость 0,4%. <sup>\*7</sup> Пористость 0,5%. <sup>\*8</sup> Кеарцевая нить плавная. <sup>\*9</sup> Полнокристаллический, при ОК методом экстраполяции. <sup>\*10</sup> Плотность 5200 кг/м<sup>3</sup>, стабилизирован 4% (по массе) CaO. <sup>\*11</sup> Стабилизирован 2,5% MgO. <sup>\*12</sup> Обжиг при 1773 К; пресован при P=0,5 МПа. <sup>\*13</sup> Полнокристаллический, объемная пористость 0,00—0,40. <sup>\*14</sup> Пористость 27,1%. <sup>\*15</sup> Пористость 14,3%. <sup>\*16</sup> Спеченные, T=2193 К, высокой степени чистоты. <sup>\*17</sup> 99,5% ThO<sub>2</sub>+0,5% CaO. <sup>\*18</sup> Плотность 9700 кг/м<sup>3</sup>.

#### 4. ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Предел проч- ности при растяжении $\sigma$ , МПа	Темпера- тура, К	Предел проч- ности при растяжении $\sigma$ , МПа	Темпера- тура, К	Предел проч- ности при растяжении $\sigma$ , МПа	Темпера- тура, К
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O [1]</b>		<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		<b>FeO [1]</b>	
0,98*1	258—261	258,62— 29,50*15 259— 127,40*16	293—1673  293—1473	36,26*30 29,40*31	1073 1073
<b>BeO [1]</b>				<b>Zr<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [1]</b>	
144,55 137,2— 68,6*2 102,9— 27,44*3	293 293—1273  293—1473	44,10— 10,78*16 258,72*17 43,90— 12,03*17	1583— 1773 293 1573— 1773	145,53— 12,74*32  137,20*33  119,56— 69,97*34  137,20— 69,97*35  145,53— 82,52*36  12,74*36	293—1813  293  673—1573 293—1573 473—1473 1813
<b>MgO [1]</b>		<b>SiO<sub>2</sub> [1]</b>			
96,04— —41,16*4 110,25— 98,00*5 55,17—41,3*5 96,0—82,3*6 64,19— 21,95*7 29,4*8 392*9 980*10 490*11 88*12 68,6*13 58,6*14	293—1573 873—1073  473—1573 293—1273 303—1673  — — — — — —	9000*18 8000*19 6500*20 5500*21 4800*22 3900*23 3000*24 2300*25 1700*26 14500*27	293 293 293 293 293 293 293 293 293 293	<b>ThO<sub>2</sub> [1]</b>	
		<b>TiO<sub>2</sub> [1]</b>		<b>UO<sub>2</sub> [1]</b>	
		54,88— 41,16*28 58,8—68,6*29	293—1273 293	82,30— 123,48*38	293—1273

\*1 При малых скоростях нагружения. \*2 Пористость 3—7%. \*3 Плотность 2800 кг/м<sup>3</sup>. \*4 Пористость 11%. \*5 Прямоугольные образцы, полученные литьем. \*6 Пористость 3—7%. \*7 Пористость 11%. \*8 Монокристалл без специальной обработки. \*9 Монокристалл после химической полировки и отжига. \*10—\*14 Нитевидные монокристаллы, выращенные путем конденсации. Диаметр: 6—2; 10; 20; 30 мкм соответственно. \*14 40 мкм. \*15 Плотные изделия из очень чистой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. \*16 Спеченный глинозем. \*17 Плотность 3900 кг/м<sup>3</sup>. \*18—\*27 Кварцевая нить диаметром: 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 7,0; 10,0; 15; 20,0; 30,0 мкм соответственно. \*28 Пористость 3—7%. \*29 Плотность 4100 кг/м<sup>3</sup>. \*30 Поликристаллические, пористость 1%, спекались при T=1353 К. \*31 Монокристалл. \*32 Стабилизирован 4,2% MgO (по массе). \*33 Плотность 5600 кг/м<sup>3</sup>. \*34 Плотность 6100 кг/м<sup>3</sup>. \*35 Пористость 1—4%. \*36 Образцы обожжены при 2173 К. \*37 Пористость 3—7%. \*38 Пористость 3—10%. \*39 Плотность 10 020—8300 кг/м<sup>3</sup>.

## 5. ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ

Предел проч- ности при сжатии $\sigma_{сж}$ , МПа	Темпера- тура, К	Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ , МПа	Темпера- тура, К	Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ , МПа	Темпера- тура, К
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O [1]</b>		<b>MgO [1]</b>		<b>490*26</b>	
0,98—1,96*1	273	1372,00—	293—2073	98*27	293
5,586—	261—258	33,32*14		49*28	293
6,86*1				39,2*29	293
0,49—0,98*2	273	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		<b>ThO<sub>2</sub> [1]</b>	
1,47—	261—258	2940*15	293	1372*30	293
4,704*2		1740—49*15	673—1873	1078*30	673
		2548—96*16	273—1773	588*30	873
<b>BeO [1]</b>		<b>SiO<sub>2</sub> [228]</b>		490*30	1073
782,04	293			353*30	1273
243,53—	1273—	176—970*17	293—1573	196—39*30	1473—
48,02	1873				1673
784,0*2	293	<b>CaO [227]</b>		1509,2*31	293
490,0—49*3	773—1873			1558,2*32	293
48,02*4	293	181—220*18	1773	950,6*33	293
89,18*5	293	140—159*19	2273	499,8*34	293
137,20*6	293			216,58*35	293
205,80*7	293	<b>TiO<sub>2</sub> [1]</b>		1468*36	293
411,60*8	293			487*36	1073
754,60*9	293	245*20	293	350*36	1273
1176,0*10	293	<b>ZrO<sub>2</sub> [1]</b>		196,00*36	1473
1372,0*11	293			10,29*36	1773
782,04*12	293	2058—19,6*21	293—1773	<b>UO<sub>2</sub> [1]</b>	
439,04—	1073—	1173,06—	1273—	960,4*37	293
48,02*12	1873	19*22	1773	480,2*38	293
784,98*13	298	2058*23		411,6*39	293
489,02—49*13	1073—	1960*24			
	1873	980*25	293		

\*1 При малых скоростях нагружения. \*2 При больших скоростях нагружения. \*3 Плотность 2800—2900 кг/м<sup>3</sup>, пористость 6%. \*4—\*9 Плотность 1800—2800 кг/м<sup>3</sup>, изменяется через каждые 200 кг/м<sup>3</sup>. \*10 Плотность 2900 кг/м<sup>3</sup>. \*11 Плотность 2950 кг/м<sup>3</sup>. \*12 Плотность 3030 кг/м<sup>3</sup>. \*13 Плотность 2700—2800 кг/м<sup>3</sup>, по источнику [14, с. 347]. \*14 Спеченный. Плотность 3480 кг/м<sup>3</sup>. \*15 Спеченный глинозем. \*16 Плотность 3900 кг/м<sup>3</sup>, по источнику [226]. \*17 Кварцевая керамика 99,99% SiO<sub>2</sub>. \*18 Плотность 3140—3180 кг/м<sup>3</sup>, среда — вакуум, размер зерна — 50—90 мкм. \*19 Плотность 3160 кг/м<sup>3</sup>, среда — аргон, размер зерна 120—250 мкм. \*20 Плотность 3100 кг/м<sup>3</sup>. \*21 Плотность 5600 кг/м<sup>3</sup>. \*22 Плотность 6100 кг/м<sup>3</sup>. \*23—\*29 Марка Х. Ч., стабилизированы 4,2% (по массе) MgO. \*30—\*39 Плотность: 5; 9; 16; 26; 48; 58; 62% соответственно. \*30 Спеченный при 2173 К. \*31—\*35 Спеченные при 2073 К, 99,9% ThO<sub>2</sub>, в зависимости от пористости и размера диаметра зерна. \*31 Пористость 6,7%, диаметр 25,1 мкм. \*32 Пористость 8,6%, диаметр 16,4 мкм. \*33 Пористость 23,2%, диаметр 6,1 мкм. \*34 Пористость 31,3%, диаметр 9,4 мкм. \*35 Пористость 31,3%, диаметр 42,9 мкм. \*36—\*39 Плотность: 9690; 10 020; 90 800; 8300 кг/м<sup>3</sup> соответственно.

## 6. ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ

Предел прочности при изгибе, МПа	Температура, К	Примечание
1	2	3
<b>BeO [1]</b>		
178,4—96,0 17,84—99,96 250,9—61,7 34,3	293—1473 — 293 293	— Плотность 1960—2380 кг/м <sup>3</sup> Размер зерна 7—100 мкм Размер зерна 200 мкм
<b>MgO [1]</b>		
89,18 43,61—8,82 245 441	293 1623—1903 — —	Плотность 3400 кг/м <sup>3</sup> Плотность 3400 кг/м <sup>3</sup> Нитевидные монокристаллы [219] Теоретический для монокристаллов
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
294—393 156,8 26,5—27,4 185	293 293 293 293	Плотность 3900 кг/м <sup>3</sup> Обожжены при 2023 К Сапфир Плотность 3850 кг/м <sup>3</sup> , пористость 3,5% [216]
<b>SiO<sub>2</sub> [229]</b>		
35,8—73,5 58,8—110,0 69,5—137,0 106—171 88—177	273—1273 273—1273 273—1273 873—1273 673—1353	Плотность из графика: 1930—1970 кг/м <sup>3</sup> 1980—2020 кг/м <sup>3</sup> 2100—2150 кг/м <sup>3</sup> 2170—2200 кг/м <sup>3</sup> Кварцевая керамика [228]
<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [140]</b>		
176—186 176—1873	293—973 1273—1873	Обожжены при 1900—2100° С $v=5$ Н/с (скорость нагружения)
<b>TiO<sub>2</sub> [1]</b>		
134,26	293	Плотность 4100 кг/м <sup>3</sup>
<b>SmO<sub>2</sub> [1]</b>		
196—245 9,75—0,61 132	293 300—2300 —	Плотность 6100 кг/м <sup>3</sup> Пористость 18,6%, стабилизирован СаО техн. Плотность 5430 кг/м <sup>3</sup> , пористость 5,6%
<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
12,74 13,72	293 293	Прессованы при 19,6 МПа, среда — кислородно-ацетиленовая, обжиг при 1573 К Обжиг при 1773 К

1	2	3
---	---	---

### TaO [235]

345	293	Пленка $d=0,2$ мкм
-----	-----	--------------------

### Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [219]

18,82	293	Обжиг при 1573 К
19,60	293	Обжиг при 1773 К

### ThO<sub>2</sub> [1]

		Спеченный при 1923—2123 К
		Пористость, %:
73,5—19,1	293	7,2—33,1
98,98—27,44	293	6,1—33,1
109,76—31,56	293	6,7—33,1
115,64—16,46	1273	6,7—33,1
107,80—38,42	293	8,6—33,0

### UO<sub>2</sub> [1]

		Спеченный при 2273 К
		Плотность 10100—8500 кг/м <sup>3</sup>
82,3—59,1	298	То же, 10060—9560 кг/м <sup>3</sup>
94,08—79,18	673—973	То же, 10020—8390 кг/м <sup>3</sup>
123,5—56,84	1273	

## 7. ТВЕРДОСТЬ ПО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ [1, с. 256—258]

Окисел	Твердость, условные единицы	Примечание	Окисел	Твердость, условные единицы	Примечание
1	2	3	1	2	3
H <sub>2</sub> O	1,5—6,0	268—198 К		4,0	Кальцооксид
BeO	9	Бромеллит	TiO <sub>2</sub>	3,5	Известь
MgO	7—9	—	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5—6,5	Анализ, рутил
	5—6,5	—	VO <sub>2</sub>	8,5	Карелианит
	5,50—5,75	Периклаз	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,5	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9	Корунд, сапфир, рубин	MnO	8,5	Эсколаит
SiO <sub>2</sub>	7	Кварц, тридимит	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,6—4,75	Манганозит
	6	Агат, кремьень, яшмы	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5,5—7,0	Браунит, бикс-бнит
	6,5	Кристаллит	MnO <sub>2</sub>	4	Гаусманит
CaO	8,5	Минеральный		2,0—6,0	Пирролизит
	4,0—4,5	—	FeO	7,0	Полианит
				5,0	Иоцит (вюцит)

1	2	3	1	2	3
$\text{Fe}_3\text{O}_4$	5,5— 6,5	Магнетит	$\text{Sb}_2\text{O}_3$	6,5 2,0— 2,5	— Сенармонтит
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	6,75	Гематит		2,5— 3,0	Валентинит
$\text{NiO}$	5,0— 5,5	Бунзенит	$\text{Sb}_4\text{O}_6$	2,0— 2,5	Сенармонтит
$\text{Cu}_2\text{O}$	3,5— 4,0	Куприт	$\text{Sb}_2\text{O}_4$	4,0— 5,0	Сервантит
$\text{CuO}$	3,5 3,5	— Тенорит	$\text{TeO}_2$	2,0	Теллурит
$\text{ZnO}$	4,0— 5,7	—	$\text{BaO}$	3,0	—
	4,0	Цинкит	$\text{Ce}_2\text{O}_3$	5,0— 5,5	—
$\text{Ga}_2\text{O}_3$	9,0	—	$\text{CeO}_2$	6,0	—
$\text{GeO}_2$	7,5	—		6,0	Церианит
$\text{As}_2\text{O}_3$	1,5 2,5	Арсенолит	$\text{Yb}_2\text{O}_3$	6,0	—
	2,5	Клаудетит	$\text{Ta}_2\text{O}_5$	6,0	—
	2,5	Клодетит	$\text{WO}_2$	5,5— 6,0	—
$\text{As}_4\text{O}_6$	1,5— 2,0	Арсенолит	$\text{HgO}$	2,0	Мотроидит
$\text{SeO}_2$	2,0	Селенолит	$\text{Ti}_2\text{O}_3$	6,5	Авиценнит
$\text{SrO}$	3,5	—	$\text{PbO}$	2,0	Глет, массикот
$\text{Y}_2\text{O}_3$	5,5	—	$\text{Pb}_3\text{O}_4$	2,0— 3,0	Сурик
$\text{ZrO}_2$	6,5— 7,0	—	$\text{PbO}_2$	5,5	Платерит
	7,0— 8,0	Спеченный	$\text{Bi}_2\text{O}_3$	4,5	Бисмит, супленит
	6,5	Бадделит			—
$\text{Nb}_2\text{O}_3$	6,5	—	$\text{ThO}_2$	6,5	Торианит
$\text{MoO}_3$	1,5 1,0— 2,0	Молибдит	$\text{UO}_2$	3,5	Плотность 10 750 кг/м <sup>3</sup>
$\text{CdO}$	3,0	—		5,5— 60	Уранинит
$\text{In}_2\text{O}_3$	7,0	—	$\text{U}_3\text{O}_8$	3,5	—
$\text{SnO}_2$	6,0— 7,0	Касситерит			

## 8. МИКРОТВЕРДОСТЬ

Микротвердость, МПа	Нагрузка, $P \cdot 10^{-5}$ , Н	Примечание
1	2	3
BeO [1]		
14906,64		Время под нагрузкой 10 с
12 290	98 070	—
9950	49 035	—



1	2	3
---	---	---

### MgO [1]

9081,3—9277,4	49035—98070	Монокристалл периклаза
7453,3—1961,4	293—923 К	Монокристалл
11 250	49 035	

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]

20153,4—21487,1	196 140	Корунд, минерал
20447,6—20202,4	49 035	Синтетический корунд
19614,0—21575,4	196 140	Синтетический корунд
26675,04	49 035	Сапфир синтетический
25498,2	196 140	»
24674,4	98 070	Синтетический лейкосапфир
24321,36	98 070	Светло-красный рубин
22458,03	98 070	Темно-красный рубин
		Рубин — положение
		плоскости наблюдения:
23370,08	49 035	параллельно оси
25253,02	49 035	перпендикулярно оси
		Корунд синтетический — поло-
		жение оси наконечника к глав-
		ной оси кристалла:
21575,40	98 070	перпендикулярное
19025,60	98 070	параллельное
22703,2	98 070	образует угол 60°
24600±1120*1	196 140	

### SiO<sub>2</sub> [1]

11033,56—12121,45	196 140	Кварц
7571,0—8394,8	50 016	Кварц дымчатый, грань (0001)
9708,9	50 016	Кварц светлый, грань (0001)
12062,6*2	49 035	Кварцит, грань (1010)
		Кварц. Положение оси наконечника к главной оси кристалла:
10983,8—10817,1*2	49 035	перпендикулярное
12356,82*3	49 035	параллельное
10983,84*3	49 035	Грань (1010)
11081,9*3	49 035	Грань (1011)
10591—10737,7*3	49 035	оникс

### CaO [1]

6045	49 035	Марки «ч», спекание При T=2023К, среда — воздух и аргон, пористость 12%. Вре- мя под нагрузкой 10 с
------	--------	--

1	2	3
<b>Ti<sub>6</sub>O [1]</b>		
5099,64	196 140	Температура отжига, К: 673
5393,85	196 140	873
5688,06	196 140	1073
<b>Ti<sub>2</sub>O [1]</b>		
5197,71	196 140	Температура отжига, К: 673
5295,78	196 140	873
5589,99	196 140	1073
<b>TiO [1]</b>		
19614,00—6374,55	49035—98070	293—1023 К
<b>TiO<sub>2</sub> [1]</b>		
7845,66—1961,40	49035—98070	398—923 К
6001,88	98 070	Рутил
10 750	49 035	Горячепрессованный при T= =1723 К, отожженный при T=1473К, время под нагруз- кой 10 с
19400±274*4	98 070	
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [236]</b>		
1380±264	19 614	
<b>VO<sub>2</sub> [233]</b>		
8560—6410	29 421	Монокристалл 278—364 К
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
29 150	98 070	Марки ч. д. а., среда — аргон, спекание при T=2273К, по- ристость 21%, время под на- грузкой 10 с
27300±1190*4	196 140	
<b>MnO [1]</b>		
5727,29	98 070	Манганит
1961,40—411,89	49035—98070	353—1073 К, из графика
<b>Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [1]</b>		
4207,20	98 070	Хаусманит

1	3	3
<b>FeO [1]</b>		
5393,85—98,07	49035—98070	293—1273 К, из графика
<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [1]</b>		
4677,94—7884,83 4677,94—7257,18	49 035 49035—98070	Магнетит Магнетит, плоскость (1101)
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
10983,84—6864,9 9022,44—10415,03 12400—705*1	49 035 98070—196140 98 070	Гематит Гематит крупнокристаллический
<b>CoO [1]</b>		
3775,7—196,1 3610±235*1	49035—98070 49 035	293—1163 К, из графика
<b>NiO [1]</b>		
3922,80—1961,40 4310±402*1	49035—98070 49 035	393—723 К, из графика
<b>Cu<sub>2</sub>O [1]</b>		
2010,43—2030,05	49 035	Куприт
<b>CuO [1]</b>		
2049,66—2490,98	49 035	Тенорит
<b>ZnO [1]</b>		
1471,05—3118,63 3150±362*1	49 035 49 035	Цинкит
<b>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [237]</b>		
6370±245 8420±245	— —	Монокристалл Плоскость (100) Плоскость (001)
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [242]</b>		
7250—1765	—	293—1373 К

1	2	3
<b>ZrO<sub>2</sub> [1]</b>		
9807—2942	49 035	543—1073 К, стабилизированный
12 080	98 070	Стабилизированный СаО, отожженный при $T=1173$ К, Горячепрессованный при $T=2253$ К
1153±28*1	98 070	
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [1]</b>		
7260	39 228	Горячепрессованный при $T=1473$ К, Отожженный при $T=1273$ К, пористость 16%. Под нагрузкой 10 с
7340*1	98 070	
<b>MoO<sub>3</sub> [236]</b>		
5700±461	98 070	
<b>SnO<sub>2</sub> [1]</b>		
9885,46—12043	196 140	Касситерит
14318,22	98 070	»
13533,66	49 035	Касситерит
<b>Hf<sub>2</sub>O [230]</b>		
5390	—	После отжига при $T=1073$ К
<b>Hf<sub>3</sub>O [230]</b>		
6860—7840	—	Отжиг при $T=1073—1923$ К. Образцы литые
9310		
<b>HfO<sub>2</sub> [236]</b>		
10250±822	98 070	
7650—2540*4	—	293—1373 К
<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [236]</b>		
10400±254	98 070	
<b>WO<sub>3</sub> [236]</b>		
1500±147	49 035	

1	2	3
---	---	---

### ThO<sub>2</sub> [1]

9689,32—10934,81 | 98070—196140 | Торинит

### UO<sub>2</sub> [1]

7669,07—8228,07 | 98070—196140 | Уранинит  
6600,1—7875,02 | 98070—196140 | Урановая смолка

\*1 По [236]. \*2 По [231]. \*3 По [232]. \*4 По [242].

## 9. СЖИМАЕМОСТЬ [1]

Оксид	Коэффициент сжимаемости, $\beta \cdot 10^{-11}$ м <sup>2</sup> /Н	Давление, $p \cdot 10^{-11}$ Па	Температу- ра, К	Примечание
H <sub>2</sub> O	120	300	266	Лед I
	47	7500	283	Лед II
MgO	0,72	125	273	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	125	273	Корунд
SiO <sub>2</sub>	2,75	1	298	Кварц
CaO	—	—	—	Поликристаллические образцы
	0,92	—	273	По [211]
	0,89	—	0	Рассчитано методом экстрапо- ляции
TiO <sub>2</sub>	0,59	125	273	Рутил
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,60	125	273	Гематит
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,55	1	273	Магнетит
Cu <sub>2</sub> O	0,93	—	293	По [217]
ZnO	0,78	125	273	Цинкит
SnO <sub>2</sub>	0,49	125	273	Касситерит

## 10. УПРУГИЕ КОНСТАНТЫ $C_{ij}$ , ГПа

$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{33}$	$C_{44}$	$C_{66}$	Темпера- тура, К
1	2	3	4	5	6	7

### H<sub>2</sub>O [225]

15,00	7,75	6,75	16,25	3,25	—	150
14,25	7,25	6,50	15,50	3,00	—	200
13,25	6,75	6,00	14,75	2,75	—	250

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

**D<sub>2</sub>O [225]**

16,00	8,00	5,25	18,50	4,00	—	150
15,00	7,50	4,75	17,75	3,75	—	200
14,25	7,25	4,50	16,75	3,70	—	

**MgO\*<sup>1</sup> [250]**

289,3	87,7	—	—	154,8	—	300
306,17	93,8	—	—	157,6	—	4—77
296,47	95,1	—	—	155,9	—	296

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*<sup>2</sup> [1]**

492,0	168,4	116,4	490,2	146,8	—	—
496	109	48	502	206	193,5	300

**SiO<sub>2</sub> [1]**

77,8				31,58	—	
------	--	--	--	-------	---	--

**CaO\*<sup>3</sup> [211]**

205	62	—	—	76	—	200
207	63	—	—	75	—	150
209	64	—	—	75	—	100
223	59	—	—	81	—	Комнатная

**TiO<sub>2</sub>\*<sup>4</sup> [244]**

288,6	197,0	—	—	—	227,2	4
284,2	192,4	—	—	—	216,2	100
274,0	181,0	—	—	—	197,5	250
271,4	178,0	149,6	484,0	124,4	194,8	298
270,1	176,4	148,6	481,8	124,0	192,5	323
267,4	173,4	146,9	477,0	123,0	188,2	373
262,3	167,7	143,2	468,3	121,3	180,2	473
257,1	162,0	140,8	459,2	119,4	173,1	573

**MnO\*<sup>5</sup> [245]**

223	120	—	—	79	—	298
-----	-----	---	---	----	---	-----

**Cu<sub>2</sub>O\*<sup>6</sup> [217]**

116,5	100,3	—	—	12,1	—	Комнатная
121,1	105,4	—	—	10,9	—	4,2

1	2	3	4	5	6	7
<b>ZnO*<sup>7</sup> [1]</b>						
209,7	121,1	105,1	210,9	42,5	44,3	
<b>SrO*<sup>8</sup> [246]</b>						
177,6	41,3	—	—	59,5	—	140
173,0	45,0	—	—	56,0	—	Комнатная
<b>ZrO<sub>2</sub>*<sup>9</sup> [247]</b>						
204	87	—	—	158	—	77
223	97,3	—	—	154	—	77
<b>TeO<sub>2</sub>*<sup>10</sup> [248]</b>						
53,2	48,6	21,2	108,5	24,4	55,2	
56	51,6	27,2	105,1	27,0	66,8	

\*<sup>1</sup> 1-я строка по [215], плотность 3580 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>2</sup> 2-я строка по [250], монокристалл, плотность 3986 кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>3</sup> 4-я строка по [243], монокристалл. \*<sup>4</sup> Монокристалл, рутил. \*<sup>5</sup> Монокристалл. \*<sup>6</sup> Методом «импульс — эхо». \*<sup>7</sup> Монокристалл, фазовым методом. \*<sup>8</sup> 2-я строка по [243], монокристалл. \*<sup>9</sup> Стабилизирован 8 и 12% (мол.) Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> соответственно. \*<sup>10</sup> 2-я строка по [249].

## УПРУГИЕ КОНСТАНТЫ $S_{ij} \cdot 10^{14}$ , М<sup>2</sup>/Н [215; 238]

Оксид	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{33}$	$S_{44}$	$S_{66}$	Температура, К	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
MgO	4,024	0,936	—	—	—	6,461	—	—	3580
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,18	0,50	0,16	—0,49	2,02	5,04	5,36	300	3980* <sup>1</sup>
	2,353	0,716	0,364	0,489	2,170	6,940	6,138	298	
	2,404	0,747	0,382	0,503	2,216	7,038	6,302	300	
	2,408	0,756	0,756	—0,504	2,218	6,328	6,328	300	

Оксид	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{33}$	$S_{44}$	$S_{66}$	Температура, К	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
TiO <sub>2</sub>	11,80	9,03	0,86	—	2,74	8,33	6,25	298	4260 *2
	6,55	3,76	0,86	—	2,59	8,00	5,16	298	
ZnO	7,855	3,431	2,205	—	6,939	23,546	22,573	298	5680 *3

\*1 Монокристалл, данные разных авторов. \*2 Монокристалл. \*3 Монокристалл,  $C_{144}=113$ ,  $C_{166}=-659$ ,  $C_{466}=147$ .

## 11. СКОРОСТЬ ЗВУКА [1; 45; 50; 135]

Оксид	Температура, К	Скорость звука, м/с	Примечание
H <sub>2</sub> O	273	3980	Лед
H <sub>2</sub> O	293	1410	—
	298	1496	—
	313	1530	—
D <sub>2</sub> O	283	13,48—13,83	—
	313	14,30	—
	333	14,53	—
	353	14,57	—
	373	14,46	—
BeO	—	$v_L=11\ 910$ ; $v_S=7280$	Пористость 0,006
	—	$v_L=11\ 450$ ; $v_S=7020$	» 0,047
	—	$v_L=10\ 940$ ; $v_S=6770$	» 0,064
	—	$v_L=10\ 250$ ; $v_S=6370$	» 0,116
	—	$v_L=9060$ ; $v_S=5630$	» 0,189
CO <sub>2</sub>	293	260	—
O <sub>2</sub>	293	316	—
TiO	—	3330	Расчет
VO	—	4510	»



1. ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ [1]

Удельное электросо- противле- ние, Ом·м	Темпе- ра- тура, К	Удельное электросо- противле- ние, Ом·м	Темпе- ра- тура, К	Удельное электросо- противле- ние, Ом·м	Темпе- ра- тура, К
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O</b>		<b>VO<sub>2</sub></b>			
33,2·10 <sup>14</sup>	273	8,1·10 <sup>2</sup>	1873	10,7	295
53·10 <sup>3</sup>	323	4,2·10 <sup>2</sup>	1998	2,7	369
		2,9·10 <sup>2</sup>	2083	0,4	600
		2,2·10 <sup>2</sup>	2148		
<b>BeO</b>		<b>SiO<sub>2</sub></b>		<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
9·10 <sup>9</sup>	773	1·10 <sup>12</sup>	293	4,9·10 <sup>2</sup>	148
3·10 <sup>7*1</sup>	1073	1·10 <sup>4</sup>	973	8,5·10	169
1,6·10 <sup>6</sup>	1273	2·10 <sup>3</sup>	1173	13,7	195
3·10 <sup>4</sup>	1573	3·10 <sup>2</sup>	1473	5,6	213
2·10 <sup>3</sup>	1773	2·10 <sup>2</sup>	1673	1,9	233
350*1	1873			8,1·10 <sup>-1</sup>	158
65*1	2073	<b>SO<sub>2</sub></b>		4,1·10 <sup>-1</sup>	273
16	2273	66·10 <sup>3</sup>	308	3,0·10 <sup>-1</sup>	292
				2,7·10 <sup>-1</sup>	298
<b>Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>		<b>CaO</b>		7,9·10 <sup>-2</sup>	375
2,5·10 <sup>2</sup>	293	70·10 <sup>4</sup>	1036	4,9·10 <sup>-2</sup>	440
60	392	41,7·10 <sup>3</sup>	1203	1·10 <sup>-2</sup>	1273
1·10	557	10,4·10 <sup>3</sup>	1508		
		20,4	1643	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<b>MgO</b>				1,3·10 <sup>3</sup>	623
10 <sup>12</sup> —10 <sup>13</sup>	573	<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		2,3·10 <sup>1</sup>	1473
9·10 <sup>11</sup>	773	4,4·10 <sup>5</sup>	1000	12,65·10 <sup>2</sup>	618
1·10 <sup>7</sup>	973			7,8·10 <sup>1</sup>	1023
6·10 <sup>6</sup>	1273	<b>TiO<sup>*2</sup></b>		4,0·10 <sup>1</sup>	1273
7·10 <sup>4</sup>	1573	2,6·10 <sup>2</sup>	200	2,13·10 <sup>1</sup>	1488
2·10 <sup>3</sup>	1773	3,0·10 <sup>2</sup>	300		
5	2273	3,1·10 <sup>2</sup>	400	<b>CrO<sub>2</sub></b>	
				5·10 <sup>-5</sup>	513
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>TiO<sub>2</sub></b>			
1·10 <sup>14</sup>	287	3·10 <sup>5</sup>	773	<b>MnO</b>	
3·10 <sup>12</sup>	473	1,2·10 <sup>2</sup>	1073	1·10 <sup>8</sup>	293
3·10 <sup>10</sup>	673	8,5·10 <sup>2</sup>	1473		
4·10 <sup>8</sup>	873			<b>Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	
3,5·10 <sup>6</sup>	1073	<b>V<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		2,0·10 <sup>3</sup>	833
5·10 <sup>4</sup>	1273	5,5·10 <sup>-5</sup>	293	1,43·10 <sup>1</sup>	1273
1·10 <sup>4</sup>	1373	1,75·10 <sup>-5</sup>	2233	7,42·10 <sup>-1</sup>	1553

1	2	1	2	1	2
<b>FeO</b>		<b>Ga<sub>2</sub>O</b>		<b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
~15,6·10 <sup>-4</sup>	873	0,25—0,02	40—4,2	10 <sup>4</sup> —10 <sup>7*5</sup>	—
15·10 <sup>-5</sup>	1173			10 <sup>-3</sup>	293
2·10 <sup>-3</sup>	1473	<b>SrO</b>		<b>SnO<sub>2</sub></b>	
8,6·10 <sup>-4</sup>	1573	40	—	4·10 <sup>-4</sup>	293
<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>		<b>SrO<sub>2</sub></b>		65,6	1058
1·10 <sup>-4</sup>	293	8·10 <sup>2</sup>	1473	2,56	1273
1,3·10 <sup>-1</sup>	873	<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		0,6	1473
2,2·10 <sup>-2</sup>	1273	5,4·10 <sup>4</sup>	1000	0,1	1593
7,7·10 <sup>-3</sup>	1593	<b>ZrO<sub>2</sub></b>		<b>BaO</b>	
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		3·10 <sup>4</sup>	573	1·10 <sup>4</sup>	573
62,4	843	8·10 <sup>3</sup>	673	0,22	773
10,4	973	7·10 <sup>2</sup>	873	<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
8,2·10 <sup>-1</sup>	1273	80	1073	10 <sup>6</sup>	833
6,8·10 <sup>-1</sup>	1285	10	1273	100	1373
<b>CoO</b>		4	1473	<b>CeO<sup>*6</sup></b>	
1·10 <sup>6</sup>	293	6·10 <sup>-1</sup>	1673	4·10 <sup>10</sup>	293
1	573	1·10 <sup>-1</sup>	1873	<b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*7</sup></b>	
1·10 <sup>-3</sup>	1273	5·10 <sup>-2</sup>	2073	2·10 <sup>7</sup>	293
<b>Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>		1·10 <sup>-2</sup>	2273	<b>CeO<sub>2</sub></b>	
1·10 <sup>2</sup>	—	<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>		10 <sup>4</sup>	770
<b>NiO</b>		8·10 <sup>-2</sup>	1473	650	1073
10 <sup>11</sup>	293	2,8·10 <sup>-3</sup>	1773	3,4	1473
6,7	863	<b>RuO<sub>2</sub><sup>*3</sup></b>		22,4	1103
1,4	1273	35,2·10 <sup>-6</sup>	300	2,13	1273
0,24	1518	<b>PdO<sup>*4</sup></b>		1,87·10 <sup>-1</sup>	1483
<b>Cu<sub>2</sub>O</b>		0,01—10	Комнатная	<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
10 <sup>6</sup> —10 <sup>7</sup>	293	—	—	1950	1000
70	400	<b>CdO</b>		<b>PrO<sub>2</sub></b>	
<b>CuO</b>		67,3	1068	0,5	1000
1—10	293	7,13	1273	<b>Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub></b>	
5·10 <sup>-2</sup>	973	0,32	1473	8,3·10 <sup>-2</sup>	1000
1·10 <sup>-3</sup>	1273	0,05	1603		
<b>ZnO</b>		(0,01—0,05)×	—		
94,4	433	×10 <sup>-2</sup>			
0,59	878				
0,026	1273				
0,02	1593				

1	2	1	2	1	2
<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
110	1000	3,5·10 <sup>3</sup>	1000	10 <sup>6</sup> —10 <sup>8</sup>	293
				2,34·10 <sup>6</sup>	498
<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		1,44·10 <sup>3</sup>	697
420	1000	~10 <sup>6</sup>	1000	60,1	918
				1,0	973
<b>EuO</b>		<b>HfO<sub>2</sub></b>		<b>ThO<sub>2</sub></b>	
10 <sup>2</sup>	20* <sup>8</sup>	5·10 <sup>7</sup>	673	4·10 <sup>11</sup>	293
10 <sup>6</sup>	298* <sup>9</sup>	10	177	1,2·10 <sup>10</sup>	773
				2,6·10 <sup>5</sup>	823
<b>Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>		8·10 <sup>3</sup>	1073
10	1380	10 <sup>3</sup>	293	1,1·10 <sup>3</sup>	1273
				150	1478
<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>WO<sub>3</sub></b>		7	1573
1·10 <sup>4</sup>	1000	2·10 <sup>3</sup>	—	2	1773
				0,01	2000
<b>Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>ReO<sub>2</sub></b>		<b>UO<sub>2</sub></b>	
10	667	8·10 <sup>-6</sup>	293	14·10 <sup>3</sup>	293
~1	1000	2·10 <sup>-6</sup>	жидкого воздуха	5·10 <sup>3</sup>	373
				50	473
<b>Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>ReO<sub>3</sub></b>		5	673
1,67·10 <sup>2</sup>	1000	2·10 <sup>-5</sup>	293	0,33	973
				0,11	1273
<b>Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>IrO<sub>2</sub></b> <sup>*3</sup>		3·10 <sup>-3</sup>	1375
10 <sup>7</sup>	690	(49±2)·10 <sup>-8</sup>	300		
		<b>PbO</b>		<b>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub></b>	
<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		10 <sup>7</sup>	293* <sup>10</sup>	1·10 <sup>5</sup>	293
~10 <sup>5</sup>	1000	2,6·10 <sup>5</sup>	657	4·10 <sup>4</sup>	323
		2,7·10 <sup>3</sup>	745	1,1·10 <sup>4</sup>	373
		12,2	1060	3,3·10 <sup>3</sup>	423
		1	1123	6·10 <sup>2</sup>	473
<b>Tu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>PbO<sub>2</sub></b>		2·10 <sup>2</sup>	523
~10 <sup>6</sup>	833	9,08·10 <sup>-5</sup>	273	8·10 <sup>2</sup>	573
		10 <sup>-4</sup>	—	33	623
				14,3	673
				7	723
				4	773

\*<sup>1</sup> Спеченный окисел, объемная масса 2,25·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>2</sup> Из графика. \*<sup>3</sup> [322], монокристалл. \*<sup>4</sup> [314]. \*<sup>5</sup> [323], поликристаллические пленки. \*<sup>6</sup> [326]. \*<sup>7</sup> [325]. \*<sup>8</sup> [327]. \*<sup>9</sup> [328]. \*<sup>10</sup> [290].

## 2. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Темпера- тура, К	Коэффициент т. э. д. с., мкВ/К	Темпера- тура, К	Коэффициент т. э. д. с., мкВ/К	Темпера- тура, К	Коэффициент т. э. д. с., мкВ/К
1	2	1	2	1	2
<b>H<sub>2</sub>O</b> [1]		<b>V<sub>4</sub>O<sub>7</sub></b> [267]		<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b> [1]	
—	1000	> 250	—(10—12)	—	—430
<b>Ti<sub>6</sub>O</b> [283]		<b>V<sub>5</sub>O<sub>9</sub></b> [267]		<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [1]	
400	—4	—	~(10—20)	95	380
600	—6,5			360	75
800	—8,2	<b>V<sub>6</sub>O<sub>11</sub></b> [330]		<b>CoO</b> [1]	
1000	—6,5	177	—10	1000	—400
1200	—5,5			1400	—250
1400	—5,5	<b>V<sub>7</sub>O<sub>13</sub></b> [330]		<b>NiO</b> [1]	
<b>Ti<sub>5</sub>O</b> [283]		120	—1	—	240
400	—3,1	<b>VO<sub>2</sub></b> [285]		<b>Cu<sub>2</sub>O</b> [1]	
600	—7,5	—	—500	293	700
800	—1	<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [1]		<b>CuO*<sub>2</sub></b> [289]	
1000	—10	293	1320	500	1050
1200	—8	873	700	554	930
1400	—7,8	973	400—420	667	760
<b>Ti<sub>3</sub>O</b> [283]		1073	290—300	714	800
400	—3,2	1273	200	853	950
600	—6	1373	170—200	<b>ZnO</b> [1]	
800	—9	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [1]		313	220
1000	—11,5	273	900	423	290
1200	—11,25	<b>MnO</b> [272]		513	330
1400	—11	400	1800	<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [282]	
<b>TiO*</b> [1]		500	1500	1450	270±30* <sup>3</sup>
100	—6	660	1200	1450	100±10* <sup>4</sup>
200	—4	1000	500	<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> [1]	
293	—5	<b>Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [1]		1573	800—300
400	—7	—	385	1673	500—510
<b>TiO</b>		<b>FeO</b> [1]		1773	190—210
600	—9	—	—500		
800	—11,75				
1000	—13				
1400	—12,5				
<b>TiO<sub>2</sub></b> [283]					
400	0,75				
600	—2,75				
800	—6				
1000	—9				
1200	—12				
1400	—11,5				

1	2	1	2	1	2
<b>CdO [1]</b>		<b>Cd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [282]</b>		<b>Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>	
—	—30	1450	600	773	1000
—	—40			813	960
<b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		<b>WO<sub>3</sub> [1]</b>		853	1000
500	3000	—	—740	973	—30
563	1400			1013	0
<b>SnO [1]</b>		<b>PbO [290]</b>		1043	200
—	—140	573	910* <sup>5</sup>	1213	300
		673	800* <sup>5</sup>	1273	400—500
<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		763	900* <sup>5</sup>	<b>Th<sub>2</sub>O [1]</b>	
300—1000	1—15	773	830* <sup>5</sup>	1400—	2200—4000
		973	800* <sup>5</sup>	1800	
<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [282]</b>		573	700* <sup>6</sup>	<b>U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> [291]</b>	
1450	300	673	550* <sup>6</sup>	30—850	Положи- тельная
				≥850	Изменяется на отрица- тельную

\*<sup>1</sup> Из графика. \*<sup>2</sup> Из графика,  $p_{O_2}=67$  Па. \*<sup>3</sup> Поликристалл,  $p_{O_2}=50$  Па.  
\*<sup>4</sup> Поликристалл,  $p_{O_2}=1$  Па. \*<sup>5</sup> Скорость нагрева 100° С/ч. \*<sup>6</sup> Скорость нагрева 15—20° С/ч.

### 3. ТЕРМОЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА [1, с. 284—287]

Окисел	Работа выхода		Окисел	Работа выхода	
	$A \cdot 10^{19},$ Дж	$A, \text{эВ}$		$A \cdot 10^{19},$ Дж	$A, \text{эВ}$
1	2	3	1	2	3
BeO	5,45—	3,4—	TiO <sub>2</sub> * <sup>4</sup> , * <sup>1</sup>	9,97	6,21
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,50	4,7	TiO <sub>2</sub> * <sup>5</sup> , * <sup>1</sup>	6,2	3,87
MgO	7,5	4,7	FeO	6,15	3,85
	4,95—	3,1—	NiO	8,9	5,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,05	4,4	Cu <sub>2</sub> O	7,85	4,9
SiO <sub>2</sub>	7,5	4,7	Cu <sub>2</sub> O* <sup>6</sup>	8,25	5,15
CaO * <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	8,0	5,0	CuO* <sup>6</sup>	8,55	5,34
	2,82	1,76	CuO	6,95	4,35
	3,8	2,4	SrO* <sup>1</sup> , * <sup>7</sup>	2,04	1,27
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>3</sup>	6,45	4,04	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>8</sup> , * <sup>1</sup>	3,2	2,0
TiO	4,78—	2,96—			
	4,98	3,1			

1	2	3	1	2	3
ZrO <sub>2</sub> <sup>*9, *1</sup>	5,00	3,12	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*11</sup>	5,3	3,3
MoO <sub>3</sub>	6,80	4,25	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*12, *1</sup>	4,4	2,75
Cs <sub>2</sub> O	1,58—	0,99—	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*12, *1</sup>	5,12	3,2
BaO <sup>*1, *2</sup>	1,87	1,17	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*12, *1</sup>	4,8	3,0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	1,58	0,99	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*12, *1</sup>	5,3	3,3
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*11</sup>	4,95	3,1	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*12, *1</sup>	6,18	3,86
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	5,12	3,21	HfO <sub>2</sub> <sup>*13, *1</sup>	6,00	3,76
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	5,55	3,47	HfO <sub>2</sub> <sup>*14, *1</sup>	4,5	2,81
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	5,28	3,3	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,42	4,65
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	5,12	3,21	WO <sub>2</sub>	7,9	4,95
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*10, *1</sup>	5,4	3,38	ThO <sub>2</sub> <sup>*15, *1</sup>	4,34	2,71
	5,25	3,29			

<sup>\*1</sup> Постоянная Ричардсона  $R \cdot 10^4$  А/(м<sup>2</sup>·кг·°С<sup>2</sup>). <sup>\*2</sup>  $R = 10^{-2}$ . <sup>\*3</sup>  $A_1 = 400$ ,  $A_2 = 9,3$  получены из прямых Ричардсона выше и ниже точки излома. <sup>\*4</sup> Неактивированный,  $R = 4,08 \cdot 10^5$ . <sup>\*5</sup> Активированный, измерения при 1750—2000 К,  $R = 0,458$ . <sup>\*6</sup> Фотоэмиссия. <sup>\*7</sup>  $R = 10^{-3}$ . <sup>\*8</sup> Температура активирования 1723—1773 К,  $R = 0,55$ . <sup>\*9</sup> Активированный, измерения при 1700—2000 К,  $R = 0,363$ . <sup>\*10</sup> Эффективная работа выхода при 1700 К,  $R = 120$  при 1600 К. <sup>\*11</sup> Эффективная работа выхода при 1700 К. <sup>\*12</sup> Эффективная работа выхода при 1600 К,  $R = 120$ . <sup>\*13</sup> Активированный, измерения при 1300—1500 К,  $R = 3,81$ . <sup>\*14</sup> Активированный, измерения при 1500—1900 К,  $R = 0,49$ . <sup>\*15</sup>  $R = 21$ .

#### 4. ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА [1]

[Д — подвижность дырок, Э — подвижность электронов]

Оксид	Постоянная Холла, м <sup>3</sup> /Кл	Температура, К	Подвижность, м <sup>2</sup> /(В·с)
1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	—	—	Э 10 <sup>-11</sup>
TiO	5,4 · 10 <sup>-10</sup>	80—400	Э 1 · 10 <sup>-4</sup>
	—	293	Э 0,36 · 10 <sup>-4</sup>
	4 · 10 <sup>-6</sup> <sup>*1</sup>	300	—
TiO <sub>2</sub>	2 · 10 <sup>-6</sup>	500	—
	—	1375—1573	Э 1 · 10 <sup>-5</sup>
VO	—	1200	Э 7 · 10 <sup>-6</sup>
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	Э 5 · 10 <sup>-7</sup>
VO <sub>2</sub>	(0,1 ÷ 0,15) 10 <sup>-6</sup>	—	Э 0,1 · 10 <sup>-4</sup>
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	288,00 · 10 <sup>-6</sup>	241	—
	61,32 · 10 <sup>-6</sup>	259	—
	22,40 · 10 <sup>-6</sup>	277	—
	16,20 · 10 <sup>-6</sup>	287	—

1	2	3	4
	$2,93 \cdot 10^{-6}$	302	—
	$-11,73 \cdot 10^{-6}$	318	—
	$-50,4 \cdot 10^{-6}$	347	—
	$-93,7 \cdot 10^{-6}$	359	—
	$-129,1 \cdot 10^{-6}$	374	—
$V_2O_5^{*2}$	$(7,5 \div 17,6) 10^{-6}$	293	$\exists 10^{-6} - 10^{-5}$
$MnO^{*3}$	—	—	$\Delta 9,57 \cdot 10^{-4}$
$MnO_2^{*4}$	$-53 \cdot 10^{-6}$	—	—
$Fe_3O_4$	$(8 \div 15) 10^{-4}$	293	$\exists 1 \cdot 10^{-3}$
$Fe_2O_3$	$\sim 2,2 \cdot 10^{-6}$	—	—
CoO	—	700	$\Delta 7 \cdot 10^{-2}$
NiO	—	—	$\exists 5 \cdot 10^{-2}$
	—	293	$\Delta 7 \cdot 10^{-6}$
	—	300	$\Delta 4 \cdot 10^{-7}$
	$1 \cdot 10^3$	500	—
$Cu_2O$	0,26	293	$\Delta (6 \div 8) \cdot 10^{-3}$
	0,10	400	—
	0,01	500	—
CuO	—	293	$\exists 0,26 \cdot 10^{-4}$
ZnO	—	293	$\exists 2 \cdot 10^{-2}$
$ZnO^{*5}$	—	—	$\exists 5 \cdot 10^{-3}$
ZnO	$-2,05 \cdot 10^{-6}$	300	—
$\beta\text{-Ga}_2O_3$	—	160	$\exists 11 \cdot 10^{-3}$
$Nb_2O_5$	—	Высокие	$\exists 0,4 \cdot 10^{-4}$
CdO	$-(0,24 \div 1,12) \cdot 10^{-6}$	—	$\exists 65 \cdot 10^{-4}$
$CdO^{*6}$	—	—	$\exists 50 \cdot 10^{-2}$
$In_2O_3^{*7}$	—	—	$\exists (55 \div 60) 10^{-4}$
$In_2O_3$	—	293	$\exists 16 \cdot 10^{-3}$
$SnO_2$	—	293	$\exists (2 \div 3) 10^{-3}$
	—	1023	$\exists (5 \div 6) 10^{-3}$
$BaO^{*8}$	—	400—820	$\exists (3 \div 5) \cdot 10^{-4}$
$PrO_{<1,5}$	—	—	$\exists 0,1 - 1$
$PbO^{*9}$	—	300	$\exists (5 \div 100) \cdot 10^{-4}$
$PbO_2$	—	293	$\exists 1 \cdot 10^{-4}$
$UO_2$	—	293	$\Delta 1 \cdot 10^{-3}$
$U_3O_8$	—	—	$\exists 0,79 \cdot 10^{-4}$

\*1 Образец выдерживался в водороде при 973 К 5 мин. \*2 [286]. \*3 С примесью других окислов до 3%. \*4 Египетский пиролюзит, содержит 80%  $MnO_2$ . \*5 Спеченные образцы. \*6 [293]. \*7 [282]. \*8 Неокрашенный кристалл. \*9 [294].

# 5. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

А. Магнитная восприимчивость [1; 261; 262; 268; 276; 277; 281; 334]

(В таблице магнитная восприимчивость обозначена через МВ)

Оксид	МВ·10 <sup>9</sup> , м <sup>3</sup> /кг	Темпера- тура, К	Оксид	МВ·10 <sup>9</sup> , м <sup>3</sup> /кг	Темпера- тура, К
1	2	3	1	2	3
H <sub>2</sub> O	-0,7019* <sup>1</sup> -0,7177* <sup>2</sup> -0,727	273 273 413	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	55,8 25,5 69,0	293 1354 294
Li <sub>2</sub> O	-0,57	293	MnO <sub>2</sub>	29,5 68,5	1201 84
BeO	0	—	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	27 18,5	298 973
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,55	293	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,1 10,5	1173 973
CO	-0,4	293	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,0	1173
CO <sub>2</sub>	-0,42	—	CoO	74,5	—
N <sub>2</sub> O	-0,3* <sup>3</sup>	293	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,3	293
NO	48,66	295	NiO	54	293
N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]	3,59	100	Cu <sub>2</sub> O	-(0,213± ±0,003)* <sup>8</sup>	298
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,206* <sup>4</sup>	291	CuO	3,8	298
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-0,276* <sup>3</sup>	257	ZnO	-0,36	—
NO <sub>2</sub>	-0,429* <sup>4</sup> 3,26* <sup>5</sup>	285 428	GeO	-0,33	293
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,332* <sup>3</sup>	289	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,27	—
O <sub>2</sub>	5* <sup>3</sup> 310* <sup>4</sup> 107,8* <sup>5</sup>	20 54 289	SeO <sub>2</sub>	-0,24	293
MgO	-0,25* <sup>6</sup>	—	BrO <sub>3</sub>	-39,8	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;	-0,36	298	SrO	-0,06	—
SiO <sub>2</sub>	-0,45	—	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,5	293
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,46	291	ZrO <sub>2</sub>	-0,112	—
SO <sub>2</sub>	-0,285* <sup>4</sup>	298	NbO <sub>2</sub>	0,31 0,18	90 293
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-30,2	—	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,10	293
KO <sub>2</sub>	45	298	Mo <sub>3</sub> O	0,30	289
CaO	-0,27	—	Mo <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,35	289
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,117	—	MoO <sub>2</sub>	0,33	293
TiO	2,3±0,3	100—40,	Mo <sub>5</sub> O <sub>14</sub>	0,53—0,80 0,57—0,85	350* <sup>9</sup> 598* <sup>9</sup>
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	8,1	298	AgO	0,16	298
TiO <sub>2</sub>	-0,066	—	SnO	-0,14	293
VO	50,1	288	SnO <sub>2</sub>	-0,26	293
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~7,5* <sup>7</sup>	180	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,19	287
VO <sub>2</sub>	3,75	286	TeO <sub>2</sub>	-0,14	291
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,5	—	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-51,4* <sup>10</sup>	—
CrO <sub>2</sub>	20,1 12,6	87 1608	Ba <sub>2</sub> O	-0,24	—
CrO <sub>3</sub>	60	—	BaO	-0,13	—
MnO	89,9 68,3 51,8	84 293 692	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,4	293
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	126	98	CeO <sub>2</sub>	30	—



1	2	3	1	2	3
	1,7059± ±0,0038 0,5381± ±0,0014	77* <sup>11</sup> 305	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> HfO <sub>2</sub> TaO <sub>2</sub> Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> WO <sub>2</sub> WO <sub>3</sub> Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ReO <sub>2</sub>	—0,3 —0,110 0,32 —0,07 0,216 —0,065 90 157±5* <sup>12</sup> 148±5* <sup>12</sup>	293 — 293 — 298 298 — 80 300
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Pr <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> PrO <sub>2</sub> Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,4 16 14,6 10,7 29,1	296 288 296 296 293	ReO <sub>3</sub> OsO <sub>2</sub> OsO <sub>4</sub> PtO <sub>1,38</sub> Pt <sub>2</sub> O <sub>3</sub> HgO	0,086 0,528 0,536 —0,045 —0,048 0,783 —0,085 —0,216* <sup>13</sup> —0,221* <sup>14</sup>	77—300 55 77 77 300 — 298 298 298
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Tb <sub>6</sub> O <sub>11</sub> Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,6 7,85 5,8 30 140	556 293 293 293 293	PbO Pb <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ThO <sub>2</sub> UO <sub>2</sub> U <sub>2</sub> O <sub>5</sub> U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,21* <sup>13</sup> 0,20* <sup>14</sup> —0,13 —0,24 —0,17 —0,06 7,5 1,80 0,95	293 293 291 291 298 298 — 293 —
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57,8 44,8 32,4 195,5 160,7 145,0 219 89,8 229 50,4 189 102 38	673 873 1273 296 296 296 293 723 292 1273 293 553 293			

### Б. Эффективный магнитный момент [1]

Окисел	Эффективный момент $P_{\text{эф}}$ Магнетон Бора	Темпера- тура, К	Окисел	Эффективный момент $P_{\text{эф}}$ Магнетон Бора	Темпера- тура, К
1	2	3	1	2	3
NO	1,535 1,732 1,841 2* <sup>15</sup>	112,5 194,7 289,2 —	PrO <sub>2</sub> Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> EuO Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Tb <sub>6</sub> O <sub>11</sub> Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,51 3,79 7,3 7,95 9,62 8,70 8,49 9,67* <sup>17</sup> 10,6	296 293 — 293 296 296 296 423 573* <sup>18</sup>
O <sub>2</sub> NaO <sub>2</sub> KO <sub>2</sub>	1,77* <sup>16</sup> 1,20* <sup>16</sup> 1,03	225 150 150	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Tb <sub>6</sub> O <sub>11</sub> Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> UO <sub>2</sub> U <sub>2</sub> O <sub>5</sub> U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> UO <sub>3</sub>	9,62 8,70 8,49 9,67* <sup>17</sup> 10,6 7,2 2,92 1,77±0,03 1,59±0,04 2,06	296 296 296 296 673 — — 293 293 289
Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub> CrO <sub>2</sub> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> RbO <sub>2</sub> CsO <sub>2</sub>	0,2 2,95 4,2 1,89 1,89 1,91 1,89	— 293 858 90 293 90 293			
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	3,55 2,77	293 296			

**В. Температура магнитного перехода [1; 279; 336] (С — точка Кюри, Н — точка Нееля)**

Оксид	Температура магнитного перехода, К	Оксид	Температура магнитного перехода, К
1	2	1	2
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	475 (С)	Nb <sub>2</sub> O	450 (С)
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	338 (С)	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57 (С)
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	250* <sup>19</sup> (С)	Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	85 (С)
V <sub>5</sub> O <sub>9</sub>	130 (С)	PrO <sub>2</sub>	127 (С)
V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	343 (С)	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32 (С)
CrO	393—403 (С)	EuO	70,3 (С)
CrO <sub>2</sub>	397 (С)		71,5 (С)
	100* <sup>20</sup> (Н)	Eu <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	7,8 (С)
α-Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32±1 (Н)	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18 (С)
MnO	116 (Н)	TbO	3 (Н)
MnO <sub>2</sub>	92 (Н)	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24 (С)
	610* <sup>8</sup> (С)	Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	19 (С)
FeO	198 (Н)	Tb <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	32 (С)
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	858 (С)	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21 (С)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	950 (Н)	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14 (С)
CoO	291 (Н)	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13 (С)
	289* <sup>8</sup> (Н)	Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42 (Н)
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	40* <sup>21</sup> (Н)	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	104 (С)
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33±1 (Н)	UO <sub>2</sub>	30 (С)
NiO	550 (Н)	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	170 (С)
CuO	458 (С)		

\*<sup>1</sup> Лед. \*<sup>2</sup> Вода. \*<sup>3</sup> Твердый. \*<sup>4</sup> Жидкость. \*<sup>5</sup> Газ. \*<sup>6</sup> Поликристалл спеченный. \*<sup>7</sup> Из графика. \*<sup>8</sup> Монокристалл. \*<sup>9</sup> Метастабильный. \*<sup>10</sup> Ионная диамагнитная восприимчивость. \*<sup>11</sup> Добавка 0,4% Gd, измерения проводили в атмосфере азота методом Фарадея. \*<sup>12</sup> Моноклинный. \*<sup>13</sup> Красный. \*<sup>14</sup> Желтый. \*<sup>15</sup> Широкий диапазон температур, газ. \*<sup>16</sup> Порошок, примесь <2%. \*<sup>17</sup> Опытные. \*<sup>18</sup> Теоретически. \*<sup>19</sup> Монокристаллы, полученные методом транспортных реакций. \*<sup>20</sup> Добавки серы и технеция >0,17%. \*<sup>21</sup> Ниже температуры 40 К испытывает ферромагнитное превращение.

**6. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА [1]**

Оксид	Частота, Гц	Температура, К	Диэлектрическая проницаемость
1	2	3	4
H <sub>2</sub> O	—	255	3,2
	—	273	87,83
	—	293	81
	—	303	76,47
	—	323	69,73
	10 <sup>6</sup>	383	1,0126
	—	413—423	1,00785
	10 <sup>8</sup>	273	88
	—	298	78,54
D <sub>2</sub> O	—		

1	2	3	4
BeO	10 <sup>5</sup> — (0,3÷10) 10 <sup>6</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup> (1÷50) 10 <sup>3</sup>	293 — 298 473 673 773—1073	6,3 7,35 1,86—0,20 1,3—1,4 2,0—2,1 3,1—3,2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5·10 <sup>8</sup> — 10 <sup>6</sup> 10 <sup>6</sup> 10 <sup>6</sup> 10 <sup>6</sup> 4,5·10 <sup>8</sup> (0,3÷10) 10 <sup>6</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup>	— 273 298 273 298 298 — 298 473 673	3—8 1,00069 1,00634 1,00099 1,00059 1,00103 15,0 3,20—0,20* <sup>1</sup> 3,2—3,1 3,5—3,6 9,8* <sup>2</sup>
CO	—	293	10,5—12* <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	—	293	12,3* <sup>4</sup>
NO	—	—	2,6—4* <sup>5</sup>
N <sub>2</sub> O	—	—	3,5—4,1* <sup>6</sup>
Na <sub>2</sub> O	3·10 <sup>7</sup>	290—295	4,34* <sup>7</sup>
MgO	3·10 <sup>7</sup> 10 <sup>6</sup> — 10 <sup>6</sup> 4,5·10 <sup>8</sup> (0,3÷10) 10 <sup>6</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup>	290—295 265 293 350 — 298 473 673	4,27* <sup>8</sup> 1,0100 14* <sup>7</sup> 1,001270 16,0(20,3)* <sup>8</sup> 3,00±0,10 3,00 3,8—3,7 11,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	40,0—80,0
SiO	—	—	86* <sup>9</sup>
SiO <sub>2</sub>	10 <sup>8</sup> — 10 <sup>4</sup> 3·10 <sup>7</sup>	290—295 290—295 298 303	170* <sup>10</sup> 160* <sup>11</sup> 100* <sup>12</sup> 13,84
SO <sub>2</sub>	—	—	9,2
SO <sub>3</sub>	4,5·10 <sup>8</sup>	—	13,8
K <sub>2</sub> O	4,5·10 <sup>8</sup>	—	18,1* <sup>13</sup>
CaO	10 <sup>2</sup> —10 <sup>4</sup> 4,5·10 <sup>8</sup> (0,3÷10) 10 <sup>6</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup> (45÷90) 10 <sup>4</sup>	303 — 298 473 673	16,0 12,9 13,4 9,59 5—10 11,9
TiO <sub>2</sub>	— 10 <sup>8</sup> — 10 <sup>4</sup> 3·10 <sup>7</sup>	— 290—295 290—295 298 303	8,88* <sup>14</sup> 11,24* <sup>15</sup> 12,29* <sup>16</sup> 12,87* <sup>17</sup>
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5·10 <sup>8</sup>	—	—
MnO	4,5·10 <sup>8</sup>	—	—
FeO	10 <sup>2</sup> —10 <sup>4</sup>	303	—
CoO	4,5·10 <sup>8</sup>	—	—
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 <sup>2</sup> —10 <sup>10</sup>	298	—
NiO	4,5—10 <sup>8</sup>	—	—
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—
	—	298	—
	10 <sup>5</sup>	—	—
	—	—	—
	—	—	—
	—	—	—
	—	—	—

1	2	3	4
Cu <sub>2</sub> O	— — 10 <sup>2</sup> —10 <sup>5</sup>	— — —	8,58* <sup>18</sup> 10,26* <sup>19</sup> 7,50±0,15
CuO	Низкие частоты — —	— — —	30* <sup>20</sup> 9,77* <sup>21</sup> 10,68* <sup>22</sup>
ZnO	(0,3÷10)·10 <sup>6</sup> 4,5·10 <sup>8</sup> —	298 — —	18,00—1,00 14,4 8,22* <sup>23</sup>
β-Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(5÷500)10 <sup>8</sup>	297	10,2±0,3* <sup>24</sup>
SrO	(45÷90)10 <sup>4</sup> (45÷90)10 <sup>4</sup> (45÷90)10 <sup>4</sup>	373 473 623	3,2—3,25 3,8—3,85 4,9—4,85
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	14,0* <sup>25</sup>
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	— — —	— — —	50±5* <sup>26</sup> 30±5* <sup>27</sup> 35±5* <sup>28</sup>
CdO	4,5·10 <sup>8</sup>	—	17,2* <sup>25</sup>
SnO <sub>2</sub>	— —	— 298 298	24* <sup>19</sup> 9,0±0,5* <sup>29</sup> 14±2* <sup>30</sup>
BaO	(0,3÷10)10 <sup>6</sup>	298	4,00—0,10* <sup>1</sup>
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	20,8* <sup>25</sup>
CeO <sub>2</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	21,2* <sup>25</sup>
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	69,9
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)·10 <sup>6</sup>	293	19,7* <sup>25</sup>
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 <sup>8</sup> (0,5÷1,5)·10 <sup>6</sup>	— 293	21,5* <sup>1</sup> 18,4* <sup>25</sup>
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	10,2* <sup>25</sup>
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	11,4* <sup>25</sup>
Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	32,1* <sup>25</sup>
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,1* <sup>25</sup>
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,3* <sup>25</sup>
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,5* <sup>25</sup>
Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,6* <sup>25</sup>
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,6* <sup>25</sup>
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0,5÷1,5)10 <sup>6</sup>	293	12,9* <sup>25</sup>
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	15* <sup>31</sup>
WO <sub>3</sub>	— —	— —	20,2* <sup>32</sup> 29,08* <sup>33</sup>
HgO	10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup>	298 298	12,6* <sup>34</sup> 9,4* <sup>35</sup>
PbO	4,5·10 <sup>8</sup> —	— —	22,0 31,34* <sup>36</sup>
PbO <sub>2</sub>	—	—	26* <sup>19</sup>
UO <sub>2</sub>	7	—	21,7÷0,5* <sup>37</sup>

1	2	3	4
U <sub>4</sub> O <sub>9</sub> U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> UO <sub>3</sub>	9,4·10 <sup>9</sup> — —	Низкая — —	70* <sup>38</sup> 41,77 1,86—11

\*<sup>1</sup> Спеченные образцы. \*<sup>2</sup> Кристалл. \*<sup>3</sup> Спеченный глинозем. \*<sup>4</sup> Не зависит от частоты. \*<sup>5</sup> [262]. Высокочастотная, в зависимости от условий напыления. \*<sup>6</sup> Кварц плавный. \*<sup>7</sup> Жидкость, для очень длинных волн ( $\lambda = \infty$ ). \*<sup>8</sup> 20,3—аномальное значение. \*<sup>9</sup> Перпендикулярно оптической оси. \*<sup>10</sup> Параллельно оптической оси. \*<sup>11</sup> Перпендикулярно оси *c*. \*<sup>12</sup> Вдоль оси *c*. \*<sup>13</sup> [297]. \*<sup>14</sup> Плотность 2,43·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>15</sup> Плотность 2,46·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>16</sup> Плотность 2,7·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>17</sup> Плотность 2,81·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>18</sup> Прессованный. \*<sup>19</sup> Поликристалл. \*<sup>20</sup> [298], сильно зависит от температуры и частоты. \*<sup>21</sup> Плотность 3,10·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>22</sup> Плотность 4,69·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>23</sup> Плотность 1,8·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>24</sup> [298]. \*<sup>25</sup> Точность 1,5%. \*<sup>26</sup> [299] в направлении оси *a*. \*<sup>27</sup> То же, в направлении оси *b*. \*<sup>28</sup> То же, оси *c*. \*<sup>29</sup> [300], параллельно тетрагональной оси; длина волны 10—50 мкм. \*<sup>30</sup> То же, перпендикулярно оси *c*. \*<sup>31</sup> [301]. \*<sup>32</sup> Плотность 2,9·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>33</sup> Плотность 4,2·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>34</sup> Красный. \*<sup>35</sup> Желтый. \*<sup>36</sup> Плотность 7,06·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>. \*<sup>37</sup> [333]. \*<sup>38</sup> [302].

## 7. ШИРИНА ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ И ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ

### А. Ширина запрещенной зоны [1]

Оксид	Ширина запрещенной зоны		Оксид	Ширина запрещенной зоны	
	10 <sup>19</sup> , Дж	эВ		10 <sup>19</sup> , Дж	эВ
1	2	3	1	2	3
BeO	8,32	5,20	PdO	0,06	0,04* <sup>30</sup>
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,84	4,89	AgO	2,52	1,57* <sup>31</sup>
MgO	11,68	7,30	SnO <sub>2</sub>	5,65	3,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,0	2,5	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,72	4,20
	5,75	3,58	TeO <sub>2</sub>	> 4,8	> 3,0
CaO	> 8,95	> 5,60	BaO	2,88—3,32	1,85—2,08
TiO <sub>2</sub>	5,9	3,7		6,4—6,9	4,0—4,3
	4,87	3,05* <sup>10</sup>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,65	5,40
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,8	0,5	CeO <sub>2</sub>	5,45	3,41
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,7	4,8* <sup>13</sup>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,02	4,40
MnO <sub>2</sub>	2,0	1,3	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,0	5,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,36	2,10	EuO	0,68	0,42* <sup>31</sup>
CoO	0,96	0,60	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,2	4,5
	1,12	0,70	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,5	5,3
NiO	2,73—3,04	1,72—1,90	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,85	3,0
Cu <sub>2</sub> O	2,91—3,33	1,83—2,08	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8	5
ZnO	4,18	2,62* <sup>2</sup>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,65	5,42
	5,1	3,2	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,65	5,42
SrO	9,1	5,7* <sup>13</sup>	Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,24	4,53
ZrO <sub>2</sub>	3,2	2,0	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,35	5,22
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,55	2,21* <sup>27</sup>	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,7	5,5
	6,4	4,0* <sup>28</sup>	WO <sub>3</sub>	3,4	2,2* <sup>13</sup>
MoO <sub>3</sub>	6,04	3,75* <sup>29</sup>	UO <sub>2</sub>	2,08	1,30

# В. Энергия активации [1]

Оксид	Энергия активации		Оксид	Энергия активации	
	10 <sup>10</sup> , Дж	эВ		10 <sup>10</sup> , Дж	эВ
1	2	3	1	2	3
H <sub>2</sub> O	0,92	0,58* <sup>1</sup>	NiO	1,49	0,93
BeO	1,67	0,10* <sup>1</sup>	Cu <sub>2</sub> O	0,40	0,25* <sup>22</sup>
	3,42	2,14* <sup>2</sup>		0,26	0,16* <sup>23</sup>
	0,77	0,48* <sup>3</sup>	CuO	1,12	0,70
MgO	1,86	1,16	SrO	3,00—3,22	1,87—2,05
	4,8	3* <sup>4</sup>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7	1,7* <sup>9</sup>
	6,4	4* <sup>5</sup>	ZrO <sub>2</sub>	0,08	0,05* <sup>24</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,08	1,3* <sup>2</sup>		2,75	1,72* <sup>25</sup>
SiO <sub>2</sub>	2,12	1,32* <sup>6</sup>		1,34	0,84* <sup>26</sup>
	14,5	0,88* <sup>7</sup>	CdO	1,20	0,75* <sup>32</sup>
	0,16	0,1* <sup>8</sup>		2,68	1,67* <sup>33</sup>
	0,56	0,35* <sup>8</sup>	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>34</sup>	6·10 <sup>-2</sup>	3,7·10 <sup>-2</sup>
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,52	2,2* <sup>9</sup>		6·10 <sup>-5</sup>	3,7·10 <sup>-5</sup>
TiO <sub>2</sub>	1,76	1,1	SnO <sub>2</sub>	1,12	0,70
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51	0,32* <sup>11</sup>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,58	2,86
V <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	0,77	0,48* <sup>11</sup>	CeO <sub>2</sub>	4,3	2,7
V <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	0,69	0,43* <sup>11</sup>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,12	0,70
V <sub>5</sub> O <sub>8</sub>	0,48	0,30* <sup>11</sup>	Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	1,92	1,20
V <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	0,11	0,07* <sup>11</sup>	PrO <sub>2</sub>	1,41	0,88
	0,19	0,12* <sup>11</sup>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,60	2,24
V <sub>7</sub> O <sub>13</sub>	0,49	0,31* <sup>12</sup>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,64	2,27
V <sub>8</sub> O <sub>18</sub>	0,38	0,21* <sup>12</sup>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,95	1,84
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32	0,20* <sup>13</sup>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,65	2,9
	0,72	0,45* <sup>14</sup>	Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	1,28	0,8
	0,75	0,47	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,8	3,0
	1,64	1,0	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,55	2,8
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,20	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,22	3,26
	0,64	0,40* <sup>15</sup>	Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,05	3,17
	2,56	1,60	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,78	2,99
CrO <sub>3</sub>	0,32	0,20	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,3	3,9
MnO	3,60	2,24* <sup>16</sup>	WO <sub>3</sub>	1,0	0,6* <sup>13</sup>
	2,44	1,92* <sup>17</sup>	PbO	1,6	1,0
	6,05	3,76* <sup>18</sup>		4,0	2,5
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,83	0,58	PbO <sub>2</sub>	2,4	1,5
MnO <sub>2</sub>	0,48	0,30	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,24	1,44* <sup>36</sup>
FeO	0,55	0,34* <sup>19</sup>	ThO <sub>2</sub>	5,6	3,5* <sup>37</sup>
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,48	0,30* <sup>19</sup>	U <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1,20	0,75* <sup>38</sup>
	0,12	0,08* <sup>20</sup>		0,96	0,6* <sup>38</sup>
CoO	1,09	0,67* <sup>21</sup>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,77	0,48* <sup>39</sup>

\*<sup>1</sup> [303], чистый лед. \*<sup>2</sup> При высоких температурах. \*<sup>3</sup> При низких температурах. \*<sup>4</sup> [304], при низких давлениях кислорода. \*<sup>5</sup> То же, при высоких давлениях. \*<sup>6</sup> Кварц, перпендикулярно оси. \*<sup>7</sup> Параллельно оси. \*<sup>8</sup> [323, с. 86]. \*<sup>9</sup> [282], T=1100 К. \*<sup>10</sup> T>800 К. \*<sup>11</sup> [328]. \*<sup>12</sup> [306]. \*<sup>13</sup> [305]. \*<sup>14</sup> При T=243 К. \*<sup>15</sup> При T=279—314 К. \*<sup>16</sup> [307]. \*<sup>17</sup> При T=673 К. \*<sup>18</sup> При T=1373 К. \*<sup>19</sup> [308]. \*<sup>20</sup> [309]. \*<sup>21</sup> [310] при T=300 К. \*<sup>22</sup> [311]. \*<sup>23</sup> [312]. \*<sup>24</sup> При T=373 К. \*<sup>25</sup> При T=1173 К. \*<sup>26</sup> При T=1273 К. \*<sup>27</sup> T=1473 К. \*<sup>28</sup> T=1773 К. \*<sup>29</sup> [313]. \*<sup>30</sup> [314]. \*<sup>31</sup> [315], при T=4,2 К. \*<sup>32</sup> [316]. \*<sup>33</sup> [293]. \*<sup>34</sup> При T>40 К и T<40 К. \*<sup>35</sup> Для оксидов редкоземельных элементов температурный интервал для энергии активации приблизительно равен 500—1500 К. \*<sup>36</sup> [262]. \*<sup>37</sup> Для высокого вакуума. \*<sup>38</sup> [319], при T=93 К и T=349 К. \*<sup>39</sup> [291].

# ГЛАВА VI

## ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. ЦВЕТ ОКИСЛОВ [1; 19; 45; 52; 67; 80; 81; 171]

Оксид	Состояние	Цвет оксида
1	2	3
$H_2O$	ж	Бесцветный *1
	кр	» *2
$Li_2O$	кр	»
$Li_2O_2$		Желтый
$LiO_3$		Красный
$BeO$	кр	Бесцветный
	кр	Белый *3
	п	Белый
$B_2O_3$		Бесцветный
$B_2O_3$	ст	»
$B_4O_5$		»
$CO$	г	»
$CO_2$	г	»
$N_2O$	г	»
$NO$	г	»
$N_2O_3$	г	Красно-бурый
	ж	Синий
	ж	Темно-голубой
	кр	Белоснежный
	кр	Бледно-голубой
$N_2O_4(NO_2)$	г	Бурый
	г	Красно-бурый
	ж	Светло-желтый
	ж	Красно-бурый
	кр	Бесцветный
$N_2O_5$	кр	»
$O_3$	г	»
	ж	Бледно-синий
	т	»
	кр	Синий
$O_3$	г	Голубоватый
	ж	Синий
	ж	Темно-синий
	т	Почти черный
	кр	Темно-фиолетовый
$F_2O$	г	Бесцветный
	ж	Ярко-желтый
$F_2O_2$	г	Бурый
	ж	Вишнево-красный
		Оранжевый
$Na_2O$	кр	Светло-желтоватый

1	2	3
$\text{Na}_2\text{O}_2$	кр	Бесцветный
$\text{NaO}_2$	п	Белый *4
$\text{NaO}_2$	п	Желтый
$\text{NaO}_3$		Красный
$\text{MgO}$	кр	Бесцветный *5
	п	Белый
		Бесцветный до желтоватого или зеленого
$\text{MgO}_2$		Бесцветный *6
$\text{Al}_2\text{O}_3$		»
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	кр	» *7
	кр	Синий *8
	кр	Красный *9
	кр	Черный *10
$\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный *11
$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	а.п.	» *12
$\text{SiO}$	ч.п.	Черный или буро-черный
	см.	Желтовато-коричневый
$\text{Si}_2\text{O}_3$	ч.п.	Золотисто-желтый
$\text{SiO}_2$	ст	Бесцветный
	кр	» *13
$\text{P}_2\text{O}_3$	кр	Белый
$\text{P}_4\text{O}_6$	кр	»
$\text{P}_2\text{O}_4$	кр	Бесцветный, блестящий
$\text{P}_2\text{O}_5$	кр	Бесцветный
	п	Белый
$\text{P}_2\text{O}_6$		Фиолетовый
$\text{SO}$	г	Бесцветный
	т	Оранжевый
		Оранжево-красный
$\text{S}_2\text{O}_2$	г	Бесцветный
$\text{S}_2\text{O}_3$	кр	Зеленовато-синий
	кр	Голубой
	кр	Голубоватый
$\text{SO}_2$	г	Бесцветный
	ж	»
	т	Белый
$\text{SO}_3$	г	Бесцветный
	ст	»
$\text{SO}_4$		Белый
	тв	»
$\text{Cl}_2\text{O}$	г	Желто-коричневый
	г	Буровато-желтый
	ж	Красно-коричневый
	ж	Красно-бурый
$\text{ClO}_2$	г	Зеленовато-желтый
	ж	Красный
	кр	Оранжево-красный
$\text{Cl}_2\text{O}_6$	м	Темно-красный
	тв	Яркий оранжево-красный *14
$\text{Cl}_2\text{O}_7$	ж	Бесцветный



1	2	3
$K_2O$	кр	Желтоватый
	кр	Белый
	кр	Бесцветный
$K_2O_2$	кр	»
$KO_3$	кр	Красный
$CaO$	кр	Бесцветный
	п	Белый
$CaO_2$	п	»
$CaO_4$	п	Желтый
$Sc_2O_3$	п	Белый
$TiO$	к.м.	Золотисто-желтый * <sup>15</sup>
	п	Золотисто-желтый
	п	Темно-коричневый * <sup>16</sup>
$Ti_3O_4$		Черный
$Ti_2O_3$	п	Темно-фиолетовый
$Ti_3O_5$	п	Голубой
		Синий
$\alpha-TiO_2$	кр	Красный или коричневый, но тонкие пластиночки бесцветные * <sup>17</sup>
$\beta-TiO_2$	кр	Коричневый или желтый, голубой или зеленый * <sup>18</sup>
$\gamma-TiO_2$	кр	Коричневый, желтоватый, красноватый, черный * <sup>19</sup>
$TiO_2$	п	Белый
$VO$	кр	Светло-серый с металлическим блеском
	п	Серый
	п	Черный
$V_2O_3$	кр	»
	п	»
$VO_2$	кр	Сине-черный
	кр	Сине-голубой
	п	Черный или бурый
$V_{12}O_{26}$	кр	Ярко-зеленый с металлическим блеском
$V_2O_5$	кр	Красный или красно-желтый
	кр.п.	Красный * <sup>20</sup>
	п	Оранжево-желтый
	п	Коричневый
$CrO$	п	Кирпично-красный
		Красный
		Черный
$Cr_3O_4$		Красновато-оранжевый * <sup>21</sup>
$Cr_2O_3$	кр	Зеленый
		Темно-зеленый
	п	Зеленый
$Cr_5O_{12}$	кр	Черный, темно-коричневый
$Cr_6O_{15}$		Черный
$Cr_8O_{21}$		»
$CrO_3$	п	Темно-красный

1	2	3
CrO <sub>5</sub> MnO	кр	Синий В свежем изломе изумрудно-зеленый, но со временем становится черным. Черта коричневая *22
	кр	Серо-зеленый
	кр	Бурый
	п	Зеленый
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	кр	Изумрудно-зеленый *23
		Бурый
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> MnO <sub>2</sub>	кр	Черный
	кр	Черно-коричневый
	п	Черный
		»
Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> FeO	ж	Серо-стальной *24
	кр	Зеленовато-черный
	п	Черный *25
		»
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	кр	Темный
		» *26
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O α-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Темно-красный
	кр	Черный
		От серо-стального до железо-черного с алмазным блеском. В куске темно-красный *27
		Буро-красный
γ-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> CoO	п	Коричневый
		Оливково-зеленый
		От светло-коричневого до темно-коричневого
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	кр	Черный
	п	Коричневый или черный *28
		Темно-коричневый
NiO	кр	Темно-зеленый или коричневаточерный *29
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п	Черный
		Серо-черный
NiO <sub>2</sub> Cu <sub>2</sub> O	ам.	Черный
	кр	Ярко-красный *30
		Красный, печеночно-красный
CuO	кр	От серо-железного до черного *31
		Черный
Cu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> CuO <sub>2</sub> ZnO	п	Красный
		Коричнево-черный
	кр	Бесцветный до темно-красного *32
	п	Белый
ZnO <sub>2</sub> Ga <sub>2</sub> O GaO		Бесцветный *33
	п	Темно-коричневый
		Серый
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> GeO	п	Белый
	кр	Желтый
	кр	Лимонно-желтый со слабым зеленоватым оттенком *34

1	2	3
	п	Темно-серый
	п	Желто-коричневый
$\text{GeO}_2$	кр	Бесцветный
	кр	Белый
$\alpha\text{-As}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный до белого *35
$\beta\text{-As}_2\text{O}_3$	кр	Белый *36
$\text{As}_2\text{O}_3$	п	»
$\text{As}_2\text{O}_5$	ам	Бесцветный
$\text{SeO}_2$	г	Желто-зеленый
	кр	Белый блестящий
$\text{SeO}_3$	кр	Бесцветный
$\text{Br}_2\text{O}$	ж	Бурый
		Коричневый
$\text{BrO}_2$	тв	»
	тв	Светло-желтый
$\text{Br}_3\text{O}_8$	кр	Бесцветный
$\text{Rb}_2\text{O}$		Желтоватый
$\text{Rb}_2\text{O}_2$		Бесцветный
$\text{RbO}_2$		Желтый
$\text{RbO}_3$		Оранжевый
$\text{SrO}$	кр	Бесцветный
	п	Белый
$\text{SrO}_2$	п	»
$\text{SrO}_4$	п	Желтый
$\text{Y}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный
	п	Белый
	п	Зеленый *37
		Бледно-коричневый
$\text{ZrO}_2$	кр	Бесцветный до коричневого *38
	п	Белый
$\text{NbO}$	п	Серый
	п	Черный
		Черно-коричневый
$\text{Nb}_2\text{O}_3$		Сине-черный
$\text{NbO}_2$		Черный
		Сине-черный
$\text{Nb}_2\text{O}_5$		Бесцветный
		Белый *39
	пл	Серовато-черный
$\text{Mo}_2\text{O}_3$		Черный
$\text{MoO}_2$	кр	Темно-коричневый с лиловым оттенком
$\text{Mo}_2\text{O}_5$		Фиолетово-черный
$\gamma\text{-Mo}_4\text{O}_{11}$	кр	Темно-фиолетовый
$\eta\text{-Mo}_4\text{O}_{11}$	кр	Винно-красный
$\beta\text{-Mo}_8\text{O}_{23}$	кр	Голубой
$\xi\text{-Mo}_9\text{O}_{26}$	кр	Черный
$\beta'\text{-Mo}_9\text{O}_{26}$	кр	Темно-синий
$\text{MoO}_3$	кр	Бесцветный с зеленоватым оттенком
	кр	Палево-желтый *40

1	2	3
$\text{Te}_2\text{O}_7$	кр	Почти черный * <sup>41</sup>
$\text{RuO}_2$	кр	Светло-желтый
	п	Черно-серый с металлическим блеском * <sup>42</sup>
$\text{RuO}_4$	кр	Золотисто-желтый, коричневый, желтый
$\text{Rh}_2\text{O}_3$		Серо-черный
$\text{PdO}$	п	Серый
$\text{Pd}_2\text{O}_3$	п	Черный
$\text{PdO}_2$		Шоколадно-черный * <sup>43</sup>
$\text{Ag}_2\text{O}$	кр	Темно-красный
		Бурый
$\text{AgO}$	кр	Темно-бурый
		Темно-серый с металлическим блеском
$\text{CdO}$	кр	Черный
	кр	Коричневый или красный до черного
	кр	От светло-коричневого до темно-бурого * <sup>44</sup>
		Бурый * <sup>45</sup>
		Темно-коричневый со слабым металлическим блеском * <sup>46</sup>
		Зеленовато-желтый * <sup>47</sup>
		Темно-синий * <sup>48</sup>
$\text{CdO}_2$		Бесцветный * <sup>49</sup>
$\text{InO}$	кр	Черный
$\text{In}_2\text{O}_3$	кр	Желтый
$\text{SnO}$		Бывают разновидности черного, голубовато-черного, серого, красного, зеленого и зеленовато-коричневого
$\text{SnO}_2$	кр	Желтый до коричневого, редко красный, серый или белый * <sup>50</sup>
		Белый
$\alpha\text{-Sb}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный или серовато-белый * <sup>51</sup>
$\beta\text{-Sb}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный до белого или окрашен * <sup>52</sup>
$\text{Sb}_2\text{O}_3$	кр	Бесцветный
	п	Белый
$\text{Sb}_4\text{O}_6$		От белого до желтого
$\text{Sb}_2\text{O}_4$	кр	Бледно-желтый до желтоватого или красноватого * <sup>53</sup>
$\text{Sb}_2\text{O}_4$	кр	Белоснежный * <sup>54</sup>
	п	Белый
$\text{Sb}_2\text{O}_5$	кр	Светло-желтый
$\text{TeO}_2$	кр	Белый * <sup>55</sup>
	кр	Бесцветный
$\text{TeO}_3$	п	Желтый
$\text{I}_2\text{O}_4$	п	»
$\text{I}_4\text{O}_9$	п	Желтоватый
$\text{I}_2\text{O}_5$	кр	Белый
$\text{Cs}_2\text{O}$		Желтый

1	2	3
$Cs_2O_2$		Оранжевый
$CsO_2$		Бесцветный
$CsO_3$		Желтый
$BaO$	кр	Красный
	п	Бесцветный
$BaO_2$	кр	Белый
	п	Бесцветный *56
$BaO_4$		Белый
$La_2O_3$	кр	Желтый
	п	Бесцветный
$Ce_2O_3$		Белый
	п	Бесцветный
$CeO_2$	п	Зеленовато-желтый
	п	Желтовато-белый
$Pr_2O_3$	п	Белый *57
$Pr_6O_{11}$	п	Зеленовато-желтый
	п	От темно-бурого до черного
$Nd_2O_3$	п	Коричнево-черный
		Светло-синий или светло-пурпур- ный *58
$Sm_2O_3$	п	Лиловый, сиреневый
		Слабо-желтый
		От белого до слабо-желтого
$EuO$		Рыжевато-коричневый *59
$Eu_{16}O_{21}$	кр	Гранатово-красный до черного
$Eu_3O_4$	п	Оранжево-желтый *60
$Eu_2O_3$	п	Темно-красный
		Белый с красноватым оттенком (светло-розовый)
$Gd_2O_3$	п	Кремовый
		Белый
		Бесцветный
$Tb_2O_3$	п	Темно-коричневый *61
		Белый
		Бесцветный
$Tb_4O_7$	п	Желтый
		Темно-бурый
$Dy_2O_3$	п	Темно-коричневый
		Бледно-кремовый, почти белый
$Ho_2O_3$	п	Бесцветный
		Желтый
$Er_2O_3$	п	Бледно-желтый
		Бледно-розово-красный
$Tu_2O_3$	п	Розовый
$Yb_2O_3$	п	Белый со слабо-зеленоватым оттенком
		Белый
$Lu_2O_3$	п	Бесцветный
		Белый
$HfO_2$		Бесцветный
		Белый

1	2	3
Ta <sub>4</sub> O		Сине-черный
TaO <sub>2</sub>		Черный
TaO <sub>x</sub>		» *62
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	п	Белый
W <sub>3</sub> O	кр	Коричневый
	п	»
WO <sub>2</sub>		»
WO <sub>2,03</sub>		»
WO <sub>2,5</sub>		Красно-фиолетовый
WO <sub>2,65</sub>		»
WO <sub>2,82</sub>		»
WO <sub>2,88</sub>		Красно-фиолетовый с синим оттенком
WO <sub>2,95</sub>		Синий
WO <sub>3</sub>	кр	Золотисто-желтый до зеленого *63
	кр	Зеленый *64
	п	Лимонно- или оранжево-желтый
		Светло-желтый, коричневый
		Синий
ReO <sub>2</sub>	кр	Черный
ReO <sub>3</sub>	кр	Красный с металлическим блеском
	п	»
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	кр	Светло-желтый
		Желтый
OsO	п	Черный
OsO <sub>2</sub>	п	Коричневый или черный
OsO <sub>4</sub>	кр	Бледно-желтый
	кр	Почти бесцветный
Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Черный
IrO <sub>2</sub>		Сине-черный
PtO	п	Черный
	п	Серо-фиолетовый
Pt <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п	Коричневый
PtO <sub>2</sub>	кр	Черный
	п	Темно-коричневый
PtO <sub>3</sub>		Красно-коричневый
Au <sub>2</sub> O	п	Серо-фиолетовый
AuO		Темно-зеленый
Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п	Черно-бурый
	п	Темно-коричневый
Hg <sub>2</sub> O		Черный
HgO		Оранжево-красный *65
	п	Желтый *66
	п	» *67
HgO <sub>2</sub>	п	Черный
Tl <sub>2</sub> O		Коричневый
Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Желтовато-красный до красного *68
α-PbO	кр	Желтый *69
β-PbO	кр	Красный *70
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	кр	Смоляно-черный *71
PbO <sub>2</sub>	кр	

1	2	3
$\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$	кр	Темно-коричневый
$\gamma\text{-Bi}_2\text{O}_3$	кр	То же
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	п	Серовато-зеленый до ярко-желтого *72
$\text{Bi}_2\text{O}_4$	п	Оливково-серый до зеленого *73
$\text{Bi}_2\text{O}_5$	п	Желтый **74
$\text{PoO}_2$	кр	Коричневый
		Коричнево-красный
		Красный *75
		Желтый *76
$\text{ThO}_2$	кр	Темно-серый до черного *77
	кр	Белый
		Бесцветный
$\text{PaO}$	п	Черный
$\text{PaO}_2$	п	»
$\text{Pa}_2\text{O}_5$	п	Белый
$\text{UO}$		Серый с металлическим блеском
$\text{UO}_2$	кр	Коричневый *78
		От бурого до черного
		Коричнево-черный
	кр	Фиолетово-черный (изменяется на краях до желтого) *79
	п	От коричневого до черного
$\text{U}_4\text{O}_9$		Черный
$\beta\text{-UO}_{2,25}$		»
$\gamma\text{-UO}_{2,34}$		»
$\text{U}_3\text{O}_7$		Синевато-черный
$\text{U}_2\text{O}_5$		Черный
$\text{U}_3\text{O}_8$		Темно-зеленый
		От оливково-зеленого до черного
		Темно-зеленый или оливково-зеленый
		Темно-зеленый или черный
$\text{UO}_3$	кр	Желтый *80
	кр	Янтарно-желтый до коричневатого *81
	п	оранжево-желтый
		Оранжевый
		Темно-оранжевый
		Серо-желтый
$\text{U}_2\text{O}_7$		Оранжевый
$\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Желтый
$\text{NpO}_2$	п	Зеленый *82
		Коричневый
		Яблочно-зеленый
$\text{Np}_3\text{O}_8$	п	Коричневый
		Шоколадно-коричневый
$\text{PuO}$	п	Черный
		Черный с металлическим блеском
$\text{Pu}_2\text{O}_3$		Серебристый
		Серебристый с полуметаллическим блеском

1	2	3
PuO <sub>2</sub>	кр п п	Желтый От желто-зеленого до коричневого Желтый, желто-зеленый, темно-коричневый
AmO Am <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Черный Коричневый * <sup>83</sup> Красно-оранжевый Красно-коричневый * <sup>84</sup>
AmO <sub>2</sub> Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Bk <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	п	Черный Белый Черный Желто-зеленый * <sup>85</sup>

\*<sup>1</sup> В толстых слоях голубовато-зеленый; в слое более 2 м голубоватый.  
<sup>\*2</sup> В большой массе бледно-голубой. <sup>\*3</sup> Бромеллит. <sup>\*4</sup> Технический продукт имеет слабо-желтую окраску, обусловленную примесью NaO<sub>2</sub>. <sup>\*5</sup> Периклаз.  
<sup>\*6</sup> MgO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O. <sup>\*7</sup> Корунд. <sup>\*8</sup> Сапфир. <sup>\*9</sup> Рубин. <sup>\*10</sup> Изумруд. <sup>\*11</sup> Нестабильный.  
<sup>\*12</sup> При обычной температуре неустойчив. <sup>\*13</sup> α-, β-кristобалит, α-, β-тридимит, α-, β-кварц. <sup>\*14</sup> При -78° С. <sup>\*15</sup> При нагреве в вакууме до 1700° С спрессованной смеси TiO<sub>2</sub>+Ti. <sup>\*16</sup> При восстановлении TiO<sub>2</sub> магнием. <sup>\*17</sup> Рутил. <sup>\*18</sup> Ана-таз или октаэдрит. <sup>\*19</sup> Брукит. <sup>\*20</sup> В мелкоизмельченном состоянии оранжевый или желтый. <sup>\*21</sup> В поляризованном свете. <sup>\*22</sup> Манганозит. <sup>\*23</sup> На воздухе быстро темнеет. <sup>\*24</sup> Пирролизит. <sup>\*25</sup> Вюстит. <sup>\*26</sup> Магнетит. <sup>\*27</sup> Гематит. <sup>\*28</sup> Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O. <sup>\*29</sup> Буизенит. <sup>\*30</sup> Куприт. <sup>\*31</sup> Тенорит. <sup>\*32</sup> Цинкит. <sup>\*33</sup> ZnO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O. <sup>\*34</sup> В проходящем свете зеленовато-желтый с ярко выраженным плеохроизмом от густого желто-зеленого до очень бледно-зеленоватого. <sup>\*35</sup> Клодетит. <sup>\*36</sup> Арсенолит.  
<sup>\*37</sup> При нестехиометрическом составе. <sup>\*38</sup> Бадделит. <sup>\*39</sup> При нагревании приобретает желтую окраску, исчезающую при охлаждении. <sup>\*40</sup> По осям а и b. <sup>\*41</sup> По оси с. <sup>\*42</sup> При нагревании в вакууме до 958° С переходит в синюю кристалл. форму. <sup>\*43</sup> Pd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O. <sup>\*44</sup> В зависимости от способа приготовления. <sup>\*45</sup> Полученный при низких температурах. <sup>\*46</sup> После прокаливании при 800—900° С. <sup>\*47</sup> Полученный из гидрата прокаливанием при 350° С. <sup>\*48</sup> После прокаливании гидрата при 800° С. <sup>\*49</sup> CdO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O. <sup>\*50</sup> Касситерит. <sup>\*51</sup> Сенармонит.  
<sup>\*52</sup> Валентинит. <sup>\*53</sup> Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O (стибиконит?). <sup>\*54</sup> При нагревании желтеет. <sup>\*55</sup> Теллуриит. <sup>\*56</sup> BaO<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O. <sup>\*57</sup> В нагретом состоянии желтый. <sup>\*58</sup> Прокаленный при 900° С. <sup>\*59</sup> После обжига при 1300—1500° С. <sup>\*60</sup> Фаза «Орто-1». <sup>\*61</sup> При обжиге до 1300—1500° С. <sup>\*62</sup> 2<x<2,5. <sup>\*63</sup> WO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (тунгстит). <sup>\*64</sup> WO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O (гидротунгстит). <sup>\*65</sup> Монтроидит, красная окись, при нагревании чернеет, но восстанавливает свой ярко-оранжево-красный цвет при остывании. <sup>\*66</sup> Тонкий кристаллический порошок (размер зерна ~2 мкм). <sup>\*67</sup> В растворе красный. <sup>\*68</sup> Глет. <sup>\*69</sup> Массикот. <sup>\*70</sup> Минниум. <sup>\*71</sup> Платтнерит. <sup>\*72</sup> Бисмит. <sup>\*73</sup> Силленит.  
<sup>\*74</sup> При нагревании становится оранжевым или бурым (после охлаждения приобретает первоначальный цвет). <sup>\*75</sup> Высокотемпературная модификация. <sup>\*76</sup> Низкотемпературная модификация. <sup>\*77</sup> Ториацит. <sup>\*78</sup> Уранинит. <sup>\*79</sup> 2UO<sub>2</sub>·7H<sub>2</sub>O (нантинит). <sup>\*80</sup> 4UO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O (скутит). <sup>\*81</sup> 7UO<sub>3</sub>·11H<sub>2</sub>O (беккерелит). <sup>\*82</sup> Были получены черные блестящие кристаллы. <sup>\*83</sup> Гексагональная модификация. <sup>\*84</sup> Кубическая модификация. <sup>\*85</sup> Моноклинная модификация.

## 2. ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ [1; 19; 52; 67; 77; 353; 636]

Оксид	Показатель преломления			Примечание
	$n_g$	$n_m$	$n_p$	
1	2	3	4	5
H <sub>2</sub> O	1,3104	1,309	1,309	Лед При 20° С и 101,3 кПа, вода
	—	1,33299	—	



1	2	3	4	5
	—	1,3289	—	При 50° С
	—	1,3178	—	При 100° С
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—	1,4067(D)	—	При 25° С
D <sub>2</sub> O	—	1,32795(D)	—	Тяжелая вода; при 25° С
Li <sub>2</sub> O	—	1,644	—	
BeO	1,733	—	1,719	Кристаллический (бромеллит)
	—	1,590	—	Непрокаленный порошок
	—	1,692	—	Обжиг при 900° С
	—	1,716	—	» » 1300° С
	—	1,718	—	» » 1700° С
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,459	—	Стекло
MgO	—	1,737	—	Периклаз
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,760	—	1,768	α-модификация (корунд)
	—	1,736	—	γ-модификация
	—	1,690—1,695	—	γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мелкодисперсная кубическая форма
	—	1,65	—	Гель после прокаливании
SiO	2,15	—	2,06	Для λ=0,4÷0,7 мкм
	—	2,15—1,95	—	
Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,658	—	1,654	
Si <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1,90	—	1,80	
SiO <sub>2</sub>	1,5405	—	1,5329	α-кварц; для света Na
	1,553	—	1,544	β-кварц
	1,484	—	1,487	α-Кристобалит
	—	1,486	—	β-Кристобалит
	—	1,486—1,492	—	Метакристобалит
	1,473	1,470	1,469	α-Тридимит
	1,481	1,479	1,479	γ-Тридимит
	—	1,462	—	Кварцевое стекло
	1,538	—	1,532	Халцедон
	1,826±	—	1,799±	Стишовит
	±0,002	—	±0,002	
	1,597	—	1,594	Коэсит
	1,513	—	1,522	Китит
	—	1,425±0,002	—	Меланофлогит
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,624	—	1,599	—
CaO	—	1,837	—	Известь
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,990	—	—
	—	1,91	—	—
TiO <sub>2</sub>	2,908	—	2,621	α-Модификация, рутил
	2,488	—	2,561	β-Модификация, анатаз
	2,7004	2,5843	2,5831	γ-Модификация, брукит
	2,9467	—	2,6506	Рутил
	2,5688	—	2,6584	Анатаз
	2,809	—	2,677	Брукит
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,5(Li)	—	
MnO	—	2,16(Li)	—	Манганозит
FeO	Почти непрозрачный (n=2,32)			Вюстит

1	2	3	4	5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,759 2,78	— —	2,988(Li) 3,01(Li)	Гематит α-модификация
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Почти непрозрачный (n=2,42 Na)			Магнетит
NiO	—	2,27(Li)	—	—
	—	2,23(Na)	—	Бунзенит
Cu <sub>2</sub> O	—	2,816—2,534	—	—
	—	2,849(D)	—	Куприт
CuO	—	2,63(Li)	—	Тенорит
	—	3,18—2,63	—	—
ZnO	2,020	2,004(D)	2,004	Цинкит
GeO <sub>2</sub>	1,724± ±0,003	—	1,697± ±0,001	Кварцеподобная мо- дификация
	1,653	—	1,633	Халцедоноподобная мо- дификация
	—	>1,606	—	Аморфный
	—	1,606	—	Плавленый
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01	1,92	1,87	α-Модификация, клодетит
	—	1,755(Na)	—	β-Модификация, арсенолит
	—	1,748(Li)	—	В красной части спектра
SeO <sub>2</sub>	—	>1,76	—	—
SrO	—	1,87	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,910—1,915	—	—
ZrO <sub>2</sub>	2,20	2,19	2,13	Бадделейт
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	2,33	—	—
CdO	—	2,49(Li)	—	—
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,95(1,25 мкм)	—	В ИК области спектра
SnO <sub>2</sub>	2,0929	—	1,9968	Касситерит
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,087(Na)	—	Сенармонтит
	—	2,073(Li)	—	Сенармонтит в красной части спектра
	2,358	2,35	2,18	Валентинит
Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,04	—	1,83	Сервантит
TeO <sub>2</sub>	2,35	2,18	2,00(Li)	Теллуриит
BaO	—	1,98(Na)	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,85—1,95	—	—
CeO <sub>2</sub>	—	2,00	—	—
	—	2,40	—	—
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	—	1,92—2,05	—	—
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,85	—	A—Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 500° C
	—	1,88	—	« 600° C
	—	1,97	—	« 700° C
	—	2,00	—	« 800° C
	—	2,05	—	—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<2,14	—	2,08	Средний для непрока- ленного
	—	1,82—1,86	—	После прокаливания при 1600—1700° C
	—	2,04—2,06	—	

1	2	3	4	5
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,095 — 2,10— 2,14	2,093 1,87(20° C)— 2,03(1400° C) —	2,070 — 2,08—2,1	— — —
Eu <sub>16</sub> O <sub>21</sub>	—	1,89—1,92	—	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,10— 2,14	—	2,05— 2,08	—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,82	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,08— 2,051 ≥2,051	—	2,04 ≥2,03	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,88	—	—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,960	—	—
Tu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,955	—	—
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,95	—	—
—	—	1,865	—	—
—	—	1,940	—	—
—	—	1,947	—	—
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,930	—	—
HfO <sub>2</sub>	—	1,98—2,02	—	—
HgO	2,65	2,50	2,37	Монтронидит
PbO	2,535(Li)	—	2,665	Глет
PbO <sub>2</sub>	2,71(Li)	2,61	2,51	Массикот
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<2,30	—	2,30	Платтнерит
—	2,63	—	2,63	α-Модификация, бисмит
—	—	2,42	—	γ-Модификация, силленит
ThO <sub>2</sub>	—	2,09—2,15	—	Торнанит
UO <sub>2</sub>	—	Обычно непрозрачен (R ≈ 12÷15 %)	—	В видимой области спектра
Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,35 2,44± ±0,02(Li)	—	—
PuO <sub>2</sub>	—	2,402(Na)	—	—
—	—	2,35± ±0,005(Li)	—	—

### 3. ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### А. Интегральная нормальная излучательная способность

Интегральная нормальная излучательная способность $\varepsilon_{tn}$		Температура, К	Интегральная нормальная излучательная способность $\varepsilon_{tn}$		Температура, К
гладкая поверхность	порошок		гладкая поверхность	порошок	
1	2	3	1	2	3
BeO <sup>*1</sup> [19, 93]			—	0,706	1300
—	0,665	1200	—	0,746	1400

1	2	3	1	2	3
—	0,785	1500	<b>MgO*<sup>5</sup> [19, 93]</b>		
—	0,819	1600	0,74	—	73
—	0,843	1700	0,74	—	173
—	0,867	1800	0,73	—	273
—	0,894	1900	0,715	—	373
—	0,931	2000	0,68	—	473
			0,64	—	573
			0,60	—	673
			0,56	—	773
			0,49	—	873
			0,44	—	973
			0,41	—	1073
			0,38	—	1173
			0,37	—	1273
			0,33	—	1373
			0,325	—	1473
			0,32	—	1573
			0,315	—	1673
			0,31	—	1773
			<b>MgO*<sup>6</sup> [93]</b>		
			0,73	—	100
			0,73	—	200
			0,72	—	300
			0,70	—	400
			0,65	—	500
			0,62	—	600
			0,57	—	700
			0,52	—	800
			0,47	—	900
			0,42	—	1000
			0,38	—	1100
			0,35	—	1200
			0,33	—	1300
			0,30	—	1400
			0,29	—	1500
			0,28	—	1600
			0,28	—	1700
			0,29	—	1800
			0,32	—	1900
			0,36	—	2000
			0,41	—	2100
			0,49	—	2200
			0,58	—	2300
			<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*<sup>7</sup> [19, 93]</b>		
			0,73	—	73
			0,74	—	173
			0,74	—	273
			0,735	—	373
<b>BeO*<sup>2</sup> [19, 93]</b>					
0,336	—	1200			
0,361	—	1300			
0,392	—	1400			
0,420	—	1500			
0,439	—	1600			
0,453	—	1700			
0,463	—	1800			
0,470	—	1900			
0,474	—	2000			
0,475	—	2100			
0,475	—	2150			
<b>BeO*<sup>3</sup> [19]</b>					
—	0,66	1173			
—	0,70	1273			
—	0,74	1373			
—	0,77	1473			
—	0,81	1573			
—	0,83	1673			
—	0,86	1773			
—	0,88	1873			
—	0,92	1973			
—	0,96	2073			
<b>BeO*<sup>4</sup> [19]</b>					
—	0,33	1173			
—	0,35	1273			
—	0,38	1373			
—	0,41	1473			
—	0,43	1573			
—	0,45	1673			
—	0,47	1773			
—	0,475	1873			
—	0,48	1973			
—	0,48	2073			

1	2	3	1	2	3
0,73	—	473	<b>TiO<sub>2</sub><sup>*12</sup> [93]</b>		
0,72	—	573			
0,71	—	673			
0,67	—	773			
0,65	—	873	0,82	—	400
0,62	—	973	0,83	—	500
0,58	—	1073	0,84	—	600
0,55	—	1173	0,85	—	700
0,53	—	1273	0,86	—	800
0,49	—	1373	0,87	—	900
0,47	—	1473	0,875	—	1000
0,45	—	1573	0,88	—	1100
0,44	—	1673	0,89	—	1200
0,43	—	1773	0,90	—	1300
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*8</sup> [93]</b>			<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*13</sup> [93]</b>		
0,79	—	400	—	0,74	1123— 1523
0,71	—	600			
0,60	—	800			
0,52	—	1000			
0,46	—	1200	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*14</sup> [93]</b>		
0,42	—	1400			
0,40	—	1600			
0,39	—	1800	—	0,86	1123
			—	0,89	1200
			—	0,91	1300
			—	0,93	1400
			—	0,95	1500
			—	0,95	1523
<b>SiO<sub>2</sub><sup>*9</sup> [19]</b>			<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*15</sup> [93]</b>		
0,72	—	573			
0,69	—	673			
0,65	—	773			
0,61	—	873			
0,57	—	973			
0,52	—	1073	—	0,57	1100
0,48	—	1173	—	0,63	1200
			—	0,65	1300
			—	0,74	1400
<b>SiO<sub>2</sub><sup>*10</sup> [93]</b>			<b>NiO<sup>*16</sup> [93]</b>		
0,38—0,42	—	1100— 1700			
			0,36	—	600
			0,38	—	700
			0,40	—	800
			0,43	—	900
			0,47	—	1000
			0,50	—	1100
			0,55	—	1200
<b>CaO<sup>*11</sup> [93]</b>					
0,27	—	1123— 1550			

1	2	3	1	2	3
	ZnO <sup>*17</sup> [93]		—	0,53	800
—	0,24	1160	—	0,42	1000
—	0,33	1200	—	0,37	1200
—	0,49	1300	—	0,37	1400
—	0,58	1400	—	0,39	1600
—	0,63	1500	—	0,46	1800
	ZnO <sup>*18</sup> [93]		—	0,55	2000
0,91	—	1140	—	0,62	2200
0,81	—	1240	—	0,66	2400
0,82	—	1330	—	0,69	2600
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*19</sup> [93]		CeO <sub>2</sub> <sup>*22</sup> [93]		
—	0,33	1273	—	0,35	1100
	ZrO <sub>2</sub> <sup>*20</sup> [93]		—	0,73	1200
—	0,26	1100	—	0,91	1400
—	0,25	1200	—	0,94	1600
—	0,27	1300	—	0,95	1800
—	0,28	1400	—	0,94	2000
—	0,33	1500	—	0,93	2200
—	0,37	1600	—	0,92	2300
—	0,45	1700		Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*23</sup> [19]	
—	0,52	1800	—	0,47	623
—	0,59	1900	—	0,48	673
—	0,65	2000	—	0,49	773
—	0,71	2100	—	0,50	873
—	0,74	2200	—	0,50	973
—	0,77	2300	—	0,50	1073
—	0,78	2400	—	0,48	1173
—	0,79	2500	—	0,46	1273
—	0,80	2600	—	0,47	1373
—	0,80	2700	—	0,50	1473
—	0,80	2800	—	0,53	1573
	ZrO <sub>2</sub> <sup>*21</sup> [93]		—	0,56	1673
—	0,81	20	—	0,56	1773
—	0,75	400	—	0,53	1873
—	0,65	600	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>*24</sup> [19]		
			—	0,33	773
			—	0,38	873
			—	0,38	973
			—	0,35	1073
			—	0,29	1173

1	2	3	1	2	3
—	0,20	1273	$Ta_2O_5^{*27}$ [93]		
—	0,15	1373			
—	0,12	1473			
—	0,10	1573			
—	0,10	1673	—	29	1273
—	0,11	1773			
—	0,13	1873			
$Er_2O_3^{*25}$ [19]			$ThO_2^{*28}$ [93]		
—	0,05	673	—	0,64	573
—	0,13	773	—	0,60	673
—	0,27	873	—	0,57	773
—	0,35	973	—	0,52	873
—	0,34	1073	—	0,48	973
—	0,28	1173	—	0,43	1073
—	0,22	1273	—	0,39	1173
—	0,18	1373			
—	0,10	1473			
—	0,08	1573			
—	0,07	1673			
—	0,07	1773	$ThO_2^{*29}$ [93]		
$HfO_2^{*26}$ [93]			—	0,62	600
—	0,80	1100	—	0,52	800
—	0,82	1200	—	0,43	1000
—	0,83	1400	—	0,38	1200
—	0,83	1600	—	0,37	1400
—	0,81	1800	—	0,41	1600
—	0,82	2000	—	0,50	1800
—	0,89	2200	—	0,61	2000
—	0,88	2400	—	0,68	2200
			—	0,72	2400

\*1 Горячепрессованный в графитовой форме, обожженный в воздухе до 1300° С, однородно-темный; плотность 2,85 г/см<sup>3</sup>. \*2 Горячепрессованный, обожженный в воздухе до 1300° С, белый; плотность 2,778 г/см<sup>3</sup>. \*3 Образцы зачернены непосредственно из формы; из графика. \*4 Образцы побелены при прокаливании в воздухе; из графика. \*5 Плавленный; из графика. \*6 Рекомендуемые значения; из графика. \*7 Измерения в воздухе; из графика. \*8 Рекомендуемые значения; из графика. \*9 Чистый окисел; из графика. \*10 Кристаллический кварц. \*11 Пленка. \*12 Полусферическое излучение в вакууме покрытия толщиной 63 мкм; из графика. \*13 Величина зерна 0,5—1,5 мкм; из графика. \*14 Величина зерна 1,5—8,0 мкм; из графика. \*15 Из графика. \*16 Полусферическое излучение в воздухе пленки толщиной 2 мкм; из графика. \*17 Размер частиц 0,5 мкм; из графика. \*18 Полусферическое излучение в вакууме монокристалла. \*19 Расчетное значение по  $\epsilon_{\lambda n}$ . \*20 97,1%  $ZrO_2$  и 2,17%  $CaO$ , плотность 4,65 г/см<sup>3</sup>;

из графика. \*21 Рекомендуемые значения. \*22 Прессованный и спеченный, плотность 6,87 г/см<sup>3</sup>; из графика. \*23 Обжиг при 1850° С, плотность 7,62 г/см<sup>3</sup>; из графика. \*24 Из графика. \*25 Из графика. \*26 Прессованный и спеченный, плотность 9,55 г/см<sup>3</sup>; из графика. \*27 Расчет из графика  $\epsilon_{\lambda n}$ . \*28 Спектрально чистый; из графика. \*29 Рекомендуемые значения; из графика.

# Б. Монохроматическая нормальная излучательная способность

Монохроматическая нормальная излучательная способность $\epsilon_{\lambda l}$		Длина волны $\lambda$ , мкм	Температура, К	Монохроматическая нормальная излучательная способность $\epsilon_{\lambda l}$		Длина волны $\lambda$ , мкм	Температура, К
гладкая поверхность	порошок			гладкая поверхность	порошок		
1	2	3	4	1	2	3	4
<b>BeO*1 [19]</b>				<b>BeO*5 [93]</b>			
—	0,542	0,665	1200	—	0,21	1,0	1223
—	0,543	0,665	1300	—	0,08	2,0	1223
—	0,546	0,665	1400	—	0,13	3,0	1223
—	0,552	0,665	1500	—	0,38	4,0	1223
—	0,559	0,665	1600	—	0,72	5,0	1223
—	0,568	0,665	1700	—	0,87	6,0	1223
—	0,577	0,665	1800	—	0,91	7,0	1223
—	0,587	0,665	1900	—	0,89	8,0	1223
<b>BeO*2 [19]</b>				—	0,82	9,0	1223
0,212	—	0,665	1200	—	0,49	10,0	1223
0,209	—	0,665	1300	—	0,38	11,0	1223
0,210	—	0,665	1400	—	0,36	12,0	1223
0,213	—	0,665	1500	—	0,34	13,0	1223
0,217	—	0,665	1600	—	0,33	14,0	1223
0,222	—	0,665	1700	—	0,32	15,0	1223
0,228	—	0,665	1800	<b>MgO*6 [19, 93]</b>			
0,235	—	0,665	1900	0,17	—	0,665	1073
<b>BeO*3 [19]</b>				0,18	—	0,665	1173
—	0,55	0,665	1073	0,20	—	0,665	1273
—	0,54	0,665	1173	0,23	—	0,665	1373
—	0,54	0,665	1273	0,27	—	0,665	1473
—	0,54	0,665	1373	0,31	—	0,665	1573
—	0,55	0,665	1473	0,35	—	0,665	1673
—	0,56	0,665	1573	0,40	—	0,665	1773
—	0,57	0,665	1673	0,44	—	0,665	1873
—	0,58	0,665	1773	<b>MgO*7 [1]</b>			
—	0,59	0,665	1873	0,28	—	1,0	293
—	0,595	0,665	1973	0,25	—	2,0	293
—	0,60	0,665	2073	0,25	—	3,0	293
<b>BeO*4 [19]</b>				0,30	—	4,0	293
—	0,23	0,665	1900	0,33	—	5,0	293
				0,49	—	6,0	293
				0,72	—	7,0	293
				0,85	—	8,0	293
				0,93	—	9,0	293



1	2	3	4	1	2	3	4
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*8}$ [19, 93]				$\text{SiO}_2^{*12}$ [93]			
—	0,22	0,665	1073	0,32	—	2,0	873
—	0,25	0,665	1173	0,38	—	3,0	873
—	0,29	0,665	1273	0,33	—	4,0	873
—	0,34	0,665	1373	0,28	—	5,0	873
—	0,38	0,665	1473	0,25	—	6,0	873
—	0,42	0,665	1573	0,23	—	7,0	873
—	0,47	0,665	1673	0,24	—	8,0	873
—	0,51	0,665	1773	0,37	—	9,0	873
—	0,56	0,665	1873	0,38	—	10,0	873
				0,30	—	11,0	873
				0,23	—	12,0	873
				0,21	—	13,0	873
				0,20	—	14,0	873
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*9}$ [19]				$\text{SiO}_2^{*13}$ [93]			
—	0,29	0,665	973	—	0,06	1,0—3,0	1273
—	0,25	0,665	1073	—	0,60	4,0	1273
—	0,24	0,665	1173	—	0,92	6,0	1273
—	0,24	0,665	1273	—	0,96	8,0	1273
—	0,25	0,665	1373	—	0,84	10,0	1273
				—	0,96	12,0	1273
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*10}$ [93]				$\text{SiO}_2^{*14}$ [1]			
—	0,12	1,0—3,0	1273	—	0,25	1,0	293
—	0,22	4,0	1273	—	0,22	2,0	293
—	0,59	5,0	1273	—	0,30	3,0	293
—	0,85	6,0	1273	—	0,62	4,0	293
—	0,97	7,0	1273	—	0,92	5,0	293
—	0,98	8,0	1273	—	0,97	6,0	293
—	0,96	9,0	1273	—	0,98	7,0	293
—	0,98	10,0	1273	—	0,96	8,0	293
—	0,55	11,0	1273	—	0,85	9,0	293
—	0,50	12,0	1273				
—	0,47	13,0	1273				
—	0,46	14,0	1273				
—	0,45	15,0	1273				
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*11}$ [93]				$\text{TiO}_2^{*15}$ [93]			
0,14	—	16,0	77	—	0,27	1,0	1223
0,78	—	20,0	77	—	0,15	2,0	1223
0,30	—	25,0	77	—	0,20	3,0	1223
0,40	—	30,0	77	—	0,30	4,0	1223
0,28	—	35,0	77	—	0,32	5,0	1223
0,20	—	40,6	77	—	0,50	6,0	1223
0,13	—	44,0	77	—	0,67	7,0	1223

1	2	3	4	1	2	3	4
—	0,76	8,0	1223	—	0,30	5,0	1273
—	0,80	9,0	1223	—	0,43	6,0	1273
—	0,84	10,0	1223	—	0,60	7,0	1273
—	0,85	11,0	1223	—	0,67	8,0	1273
—	0,86	12,0	1223	—	0,72	9,0	1273
—	0,87	13,0	1223	—	0,77	10,0	1273
—	0,88	14,0	1223	—	0,79	11,0	1273
—	0,89	15,0	1223	—	0,80	12,0	1273
$\text{Cr}_2\text{O}_3^{*16}$ [93]				—	0,79	13,0	1273
—	0,68	1,0—5,0	1273	—	0,78	14,0	1273
—	0,69	6,0	1273	—	0,77	15,0	1273
—	0,73	7,0	1273	$\text{ZrO}_2^{*19}$ [93, 19]			
—	0,78	8,0	1273	—	0,42	0,665	1200
—	0,81	9,0	1273	—	0,46	0,665	1400
—	0,84	10,0	1273	—	0,49	0,665	1600
—	0,88	11,0	1273	—	0,54	0,665	1800
—	0,91	12,0	1273	$\text{ZrO}_2^{*20}$ [93]			
—	0,88	13,0	1273	—	0,61	0,665	2000
—	0,85	14,0	1273	—	0,69	0,665	2200
—	0,82	15,0	1273	—	0,77	0,665	2400
$\text{NiO}^{*17}$ [93]				—	0,80	0,665	2600
—	0,78	1,0	1273	—	0,82	0,665	2800
—	0,76	2,0	1273	$\text{TeO}_2^{*21}$ [93]			
—	0,74	3,0	1273	—	0,09	2,5	533; 643
—	0,73	4,0	1273	—	0,31	3,0	533; 643
—	0,74	5,0	1273	—	0,21	4,0	533; 643
—	0,76	6,0	1273	—	0,47	5,0	533; 643
—	0,77	7,0	1273	—	0,88	6,0	533; 643
—	0,78	8,0	1273	$\text{CeO}_2^{*22}$ [93]			
—	0,80	9,0	1273	0,29	—	0,665	1300
—	0,82	10,0	1273	0,28	—	0,665	1400
—	0,88	11,0	1273				
—	0,91	12,0	1273				
—	0,92	13,0	1273				
—	0,88	14,0	1273				
—	0,86	15,0	1273				
$\text{Y}_2\text{O}_3^{*18}$ [93]							
—	0,27	1,0	1273				
—	0,27	2,0	1273				
—	0,26	3,0	1273				
—	0,24	4,0	1273				

1	2	3	4	1	2	3	4
0,27	—	0,665	1500	<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*26</sup> [19]</b>			
0,26	—	0,665	1600	—	0,80	1,0	1073
0,25	—	0,665	1700	—	0,62	1,0	1173
0,24	—	0,665	1750	—	0,47	1,0	1273
<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*23</sup> [19, 1]</b>				—	0,35	1,0	1373
—	0,43	0,64	973	—	0,27	1,0	1473
—	0,48	0,64	1073	—	0,21	1,0	1573
—	0,49	0,64	1173	—	0,16	1,0	1673
—	0,49	0,64	1273	—	0,13	1,0	1773
—	0,46	0,64	1373	—	0,11	1,0	1873
—	0,39	0,64	1473	<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*27</sup> [19, 1]</b>			
—	0,36	0,64	1573	—	0,34	0,64	973
—	0,33	0,64	1673	—	0,26	0,64	1073
—	0,32	0,64	1773	—	0,19	0,64	1173
—	0,30	0,64	1873	—	0,15	0,64	1273
<b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*24</sup> [19]</b>				—	0,12	0,64	1373
—	0,78	1,0	973	—	0,10	0,64	1473
—	0,71	1,0	1073	—	0,08	0,64	1573
—	0,66	1,0	1173	—	0,07	0,64	1673
—	0,61	1,0	1273	—	0,06	0,64	1773
—	0,57	1,0	1373	<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*28</sup> [19]</b>			
—	0,50	1,0	1473	—	0,57	1,0	973
—	0,46	1,0	1573	—	0,54	1,0	1073
—	0,39	1,0	1673	—	0,53	1,0	1173
—	0,30	1,0	1773	—	0,52	1,0	1273
—	0,25	1,0	1873	—	0,49	1,0	1373
<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*25</sup> [19]</b>				—	0,41	1,0	1473
—	0,39	0,64	1073	—	0,29	1,0	1573
—	0,26	0,64	1173	—	0,23	1,0	1673
—	0,18	0,64	1273	—	0,20	1,0	1773
—	0,11	0,64	1373	<b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*29</sup> [93]</b>			
—	0,08	0,64	1473	—	0,15	0,68	500
—	0,07	0,64	1573	—	0,14	0,68	600
—	0,06	0,64	1673	—	0,14	0,68	700
—	0,03	0,64	1773	—	0,28	0,68	800
—	0,04	0,64	1873	—	0,47	0,68	900
				—	0,54	0,68	1000
				—	0,56	0,68	1100
				—	0,57	0,68	1200

1	2	3	4	1	2	3	4
—	0,57	0,68	1300	—	0,87	12,0	1223
—	0,57	0,68	1400	—	0,81	14,0	1223
<b>HfO<sub>2</sub><sup>*30</sup> [93]</b>				<b>ThO<sub>2</sub> [19]</b>			
0,70	—	0,65	1800	—	0,35	0,65	1473— 1773
0,70	—	0,65	2000				
0,72	—	0,65	2200				
0,77	—	0,65	2400				
0,81	—	0,65	2600				
<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>*31</sup> [93]</b>				<b>UO<sub>2</sub><sup>*32</sup> [93]</b>			
				0,40 ± 0,02	—	0,65	2073— 2373
				<b>UO<sub>2</sub> [93]</b>			
—	0,37	1,0	1223	—	0,51 ± ±0,03	0,65	2073— 2373
—	0,08	2,0	1223				
—	0,25	4,0	1223				
—	0,68	6,0	1223				
—	0,87	8,0	1223				
—	0,88	10,0	1223				
				<b>UO<sub>2</sub> [93]</b>			
				—	0,416	0,65	3033— 3133

<sup>\*1</sup> Горячепрессованный в графитовой форме, обожженный в воздухе до 1300° С, однородно-темный, плотность 2,85 г/см<sup>3</sup>. <sup>\*2</sup> Горячепрессованный, полированный и обожженный в воздухе до 1300° С, белый, плотность 2,778 г/см<sup>3</sup>. <sup>\*3</sup> Образцы зачернены непосредственно из формы; из графика. <sup>\*4</sup> Образцы побелены при прокаливании в воздухе; из графика. <sup>\*5</sup> Образец в виде пластинки толщиной 1,65 мм спечен при 1700° С в течение 2 ч, плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*6</sup> Плавленый; из графика. <sup>\*7</sup> Для оплавленной поверхности, полированной очень тонким наждаком; из графика. <sup>\*8</sup> Из графика. <sup>\*9</sup> Высокоплотная Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; из графика. <sup>\*10</sup> Горячепрессованный при 2123 К, плотность 3,35 г/см<sup>3</sup>; толщина 0,81 мм; из графика. <sup>\*11</sup> Кристалл сапфира, толщина 0,79 мм; из графика. <sup>\*12</sup> Пленка толщиной 0,1 мкм; из графика. <sup>\*13</sup> Холоднопрессованный с последующим спеканием при 1823 К в течение 1 ч, плотность 1,53 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*14</sup> Из графика. <sup>\*15</sup> Образец толщиной 1,75 мм получен спеканием TiO<sub>2</sub> при 1673 К в течение 2 ч, плотность 3,87 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*16</sup> Холоднопрессованный, спеченный при 1223 К в течение 2 ч, плотность 3,29 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*17</sup> Холоднопрессованный, спеченный при 1673 К в течение 2 ч, плотность 5,32 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*18</sup> Спеченный при 2023 К в течение 2 ч, плотность 4 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*19</sup> Стабилизированный СаО; из графика. <sup>\*20</sup> Излучение под углом 44°, стабилизированный СаО; из графика. <sup>\*21</sup> Толщина образца 7,65 мм; из графика. <sup>\*22</sup> Расчет по формуле Вина для пленки толщиной 50 мкм; из графика. <sup>\*23</sup> Обжиг при 1850° С, плотность 7,62 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*24</sup> Обжиг при 1850° С, плотность 7,62 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*25</sup> Из графика. <sup>\*26</sup> Из графика. <sup>\*27</sup> Из графика. <sup>\*28</sup> Из графика. <sup>\*29</sup> Прессованный с последующим обжигом при 1773 К в течение 24 ч, толщина 3 мм; из графика. <sup>\*30</sup> Покрытие, стабилизированное Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, толщина 0,06—0,3 мм; из графика. <sup>\*31</sup> Спеченный при 1673 К в течение 2 ч, толщина 1,2 мм, плотность 6,51 г/см<sup>3</sup>; из графика. <sup>\*32</sup> Полированный плотный.

#### 4. СПЕКТРЫ ОПТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ОКИСЛОВ

[76, 93, 611, 613, 614, 616—619]

##### Отражение

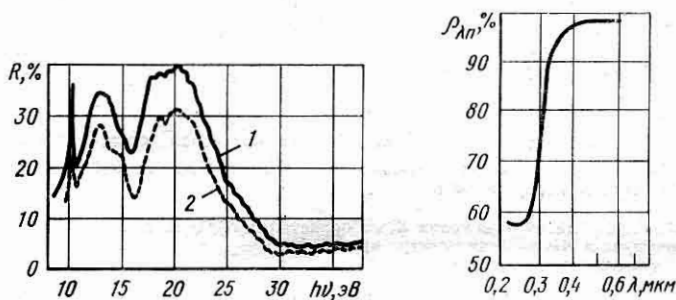


Рис. 1. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{BeO}$  в УФ области спектра:

$$1 - \vec{E} \perp \vec{c}; 2 - \vec{E} \parallel \vec{c} \text{ при } 100 \text{ К}$$

Рис. 2. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $\text{BeO}$  (спеченный порошок, плотность  $1,84 \text{ г/см}^3$ ) в УФ и видимой областях спектра при 298 К

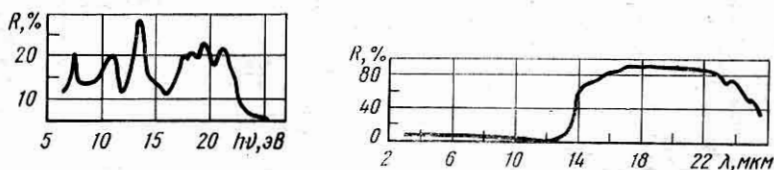


Рис. 3. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{MgO}$  в УФ области спектра при 300 К

Рис. 4. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{MgO}$  в ИК области спектра при 298 К

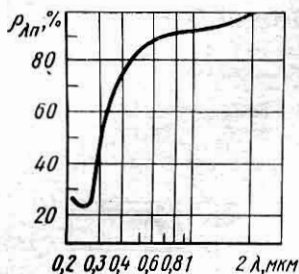


Рис. 5. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda п}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  (спеченный порошок, плотность  $3,45 \text{ г/см}^3$ ) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при  $298 \text{ К}$

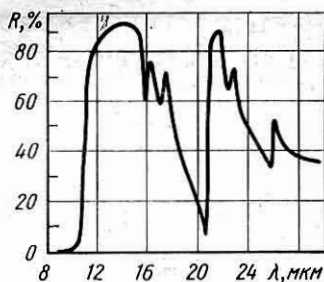


Рис. 6. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (сапфир) для обыкновенного луча в ИК области спектра при  $298 \text{ К}$

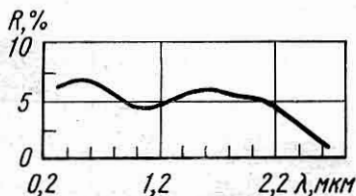


Рис. 7. Коэффициент отражения  $R$  кристалла  $\text{SiO}_2$  (плавленный кварц) в видимой и ближней ИК областях спектра при  $298 \text{ К}$

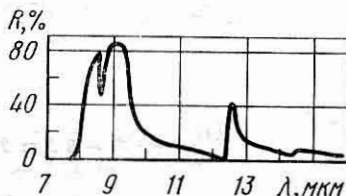


Рис. 8. Коэффициент отражения  $R$   $\text{SiO}_2$  (кристаллический кварц) для обыкновенного луча в ИК области спектра при  $298 \text{ К}$

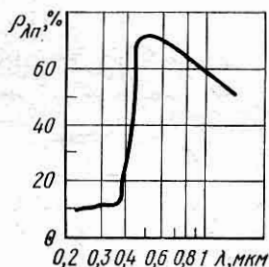


Рис. 9. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda п}$   $\text{TiO}_2$  (спрессованный порошок, размер зерна  $\sim 58 \text{ мкм}$ ) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при  $298 \text{ К}$

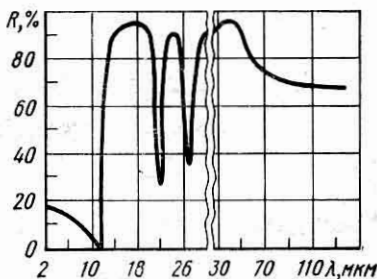


Рис. 10. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{TiO}_2$  (рутил) для обыкновенного луча в ИК области спектра при  $298 \text{ К}$

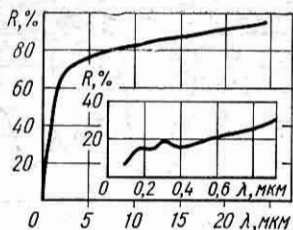


Рис. 11. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $V_2O_5$  в УФ, видимой и ИК областях спектра при 298 К

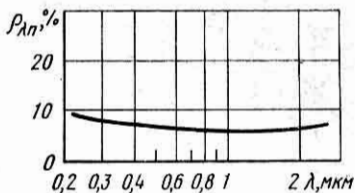


Рис. 12. Монохроматическая нормальная отрагательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $Cr_2O_3$  (спеченный порошок, плотность 3,15 г/см<sup>3</sup>) в УФ, видимой и ИК областях спектра при 298 К

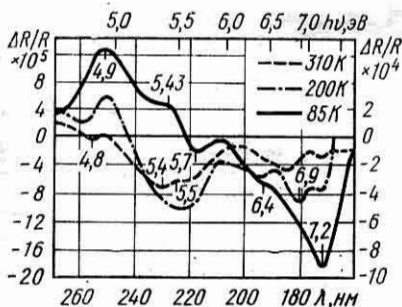


Рис. 13. Спектры термоотражения монокристалла  $MnO$  в УФ области при 310 и 200 К (левая шкала) и 85 К (правая шкала)

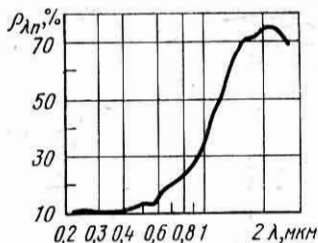


Рис. 14. Монохроматическая нормальная отрагательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $MnO$  (спрессованный порошок, размер зерна  $\sim 58$  мкм) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при 298 К

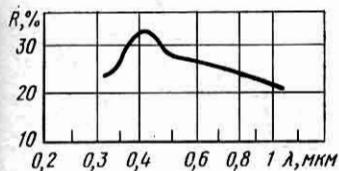
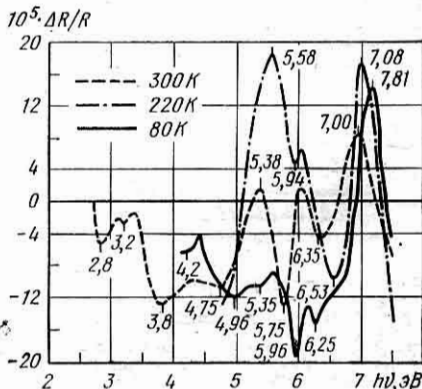


Рис. 15. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\alpha-Fe_2O_3$  в видимой и ближней ИК областях спектра при 298 К

Рис. 16. Спектры термоотражения монокристалла  $CoO$  в УФ области при 300, 220 и 80 К



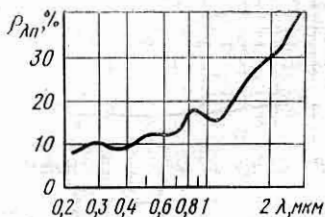


Рис. 17. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda n}$  NiO (спеченный порошок, плотность 4,81 г/см<sup>3</sup>) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при 298 К

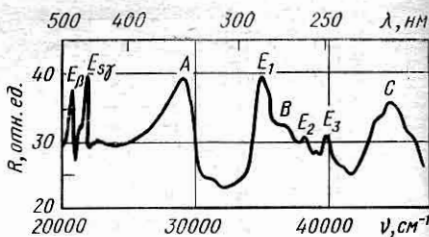


Рис. 18. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{Cu}_2\text{O}$  в видимой и УФ областях спектра при 77 К

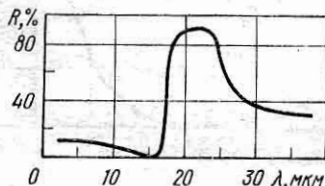


Рис. 19. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{ZnO}$  в ИК области спектра при 298 К

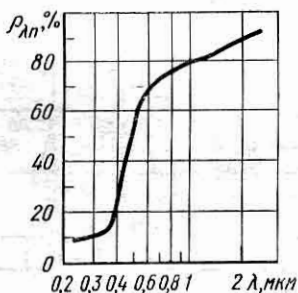


Рис. 20. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $\text{ZrO}_2$  (спрессованный порошок, размер зерна  $\sim 58$  мкм) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при 298 К

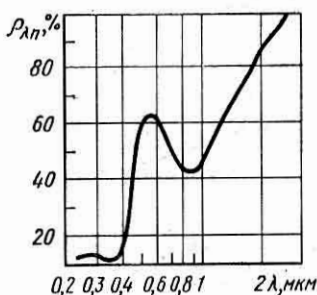


Рис. 21. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $\text{MoO}_3$  (спеченный порошок) в УФ, видимой и ближней ИК областях спектра при 298 К



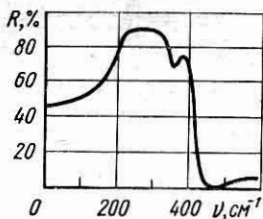
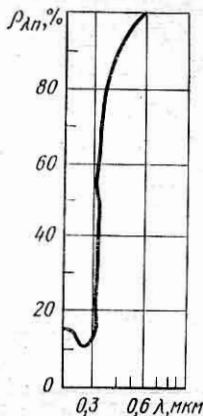


Рис. 22. Коэффициент отражения  $R$  монокристалла  $\text{EuO}$  в ИК области спектра при 300 К

Рис. 23. Монохроматическая нормальная отражательная способность  $\rho_{\lambda n}$   $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (спеченный порошок, плотность 6,51 г/см³) в УФ и видимой областях спектра при 298 К



## Преломление

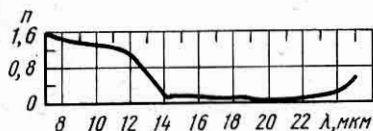


Рис. 24. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $\text{MgO}$  при 298 К

Рис. 25. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (сапфир) для обыкновенного луча в УФ, видимой и ИК областях спектра при 297 К

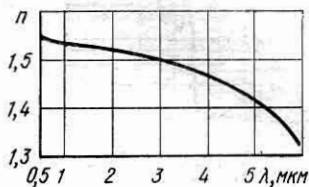
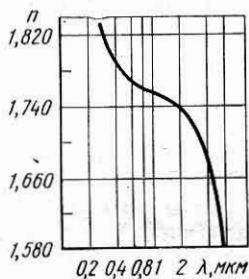
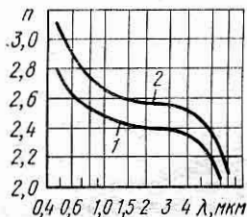


Рис. 26. Показатель преломления  $n$  кристаллического кварца  $\text{SiO}_2$  для обыкновенного луча в ИК области спектра при 298 К

Рис. 27. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $\text{TiO}_2$  (рутил) для обыкновенного (1) и необыкновенного (2) лучей в видимой и ИК областях спектра при 298 К



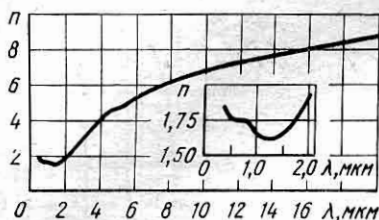


Рис. 28. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $V_2O_5$  в видимой и ИК областях спектра при 298 К

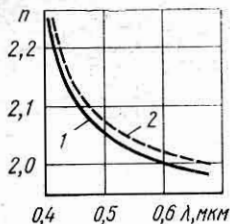


Рис. 29. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $ZnO$  для обыкновенного (1) и необыкновенного (2) лучей в видимой области спектра при 298 К

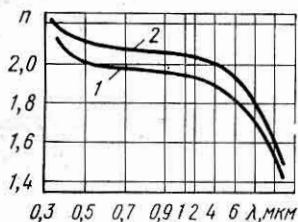


Рис. 30. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $SnO_2$  для обыкновенного (1) и необыкновенного (2) лучей в видимой и ИК областях спектра при 298 К

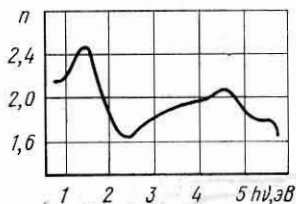


Рис. 31. Показатель преломления  $n$  монокристалла  $EuO$  в УФ и видимой областях спектра при 298 К

## Поглощение

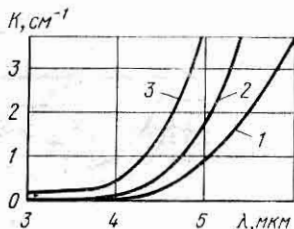


Рис. 32. Коэффициент поглощения  $K$  монокристалла  $Al_2O_3$  (сапфир) в ИК области спектра при 293 (1), 773 (2) и 1273 (3) К

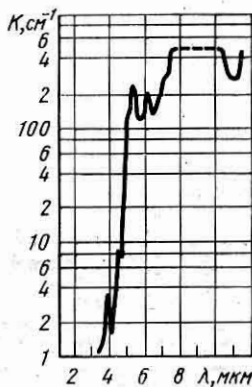


Рис. 33. Коэффициент поглощения  $K$  кристалла  $SiO_2$  (плавный кварц) в ИК области спектра при 298 К

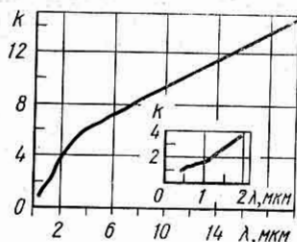


Рис. 34. Показатель поглощения  $k$  монокристалла  $V_2O_5$  в видимой и ИК областях спектра при 298 К

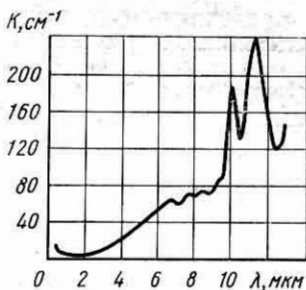


Рис. 35. Коэффициент поглощения  $K$  монокристалла  $ZnO$  в ИК области спектра при 298 К

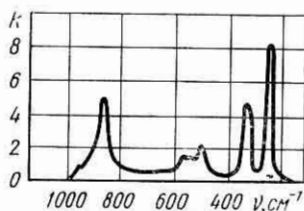


Рис. 36. Показатель поглощения  $k$  кристалла  $GeO_2$  (гексагональная модификация) в ИК области спектра при 298 К

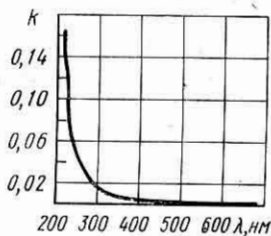


Рис. 37. Показатель поглощения  $k$   $ZnO$  (кристаллическая пленка, толщина 90,2 нм) в УФ и видимой областях спектра при 298 К

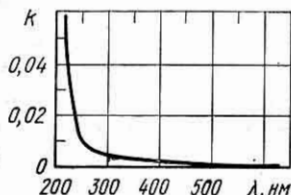


Рис. 38. Показатель поглощения  $k$   $NdO$  (кристаллическая пленка, толщина 92,6 нм) в УФ и видимой областях спектра при 298 К

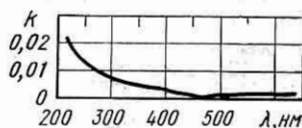


Рис. 39. Показатель поглощения  $k$   $ThO_2$  (кристаллическая пленка, толщина 95,2 нм) в УФ и видимой областях спектра при 298 К

## 5. ОСОБЕННОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Особенности оптических свойств	Примечание
1	2
<p><b>H<sub>2</sub>O</b></p> <p><math>n_e - n_0 = 0,0014</math> (F) [67]</p> <p>В диапазоне динамических давлений 100—1000 МПа коэффициент преломления линейно зависит от плотности [338]</p> <p>В УФ области спектра наблюдается стимулированная люминесценция <math>\gamma</math>-облученных поликристаллов [343]</p>	<p>Лед при <math>-3^\circ \text{C}</math></p> <p>Вода чистая</p> <p>Лед чистый</p>
<p><b>BeO</b></p> <p><math>n_e - n_0 = 0,014</math> [67]</p> <p>В спектральной области 250—1000 нм обладают почти 100 %-ным пропусканием света [339]</p> <p>«Красная» граница фотоэффекта 374,5 нм [19]</p>	<p>Бромеллит</p> <p>Поликристаллические слои, <math>\rho \approx 10^{13} \text{ Ом} \cdot \text{см}</math></p> <p>Кристалл</p>
<p><b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p><math>n_0 - n_e = 0,033</math> [67]</p>	<p>Гексагональная модификация</p>
<p><b>CO</b></p> <p>Флуоресцирует в области 380—800 нм [340], [341]</p>	<p>При фотодиссоциации молекул CO<sub>2</sub> линиями 76,4; 78,9; 83,5; 87,9; 90,1; 92,3 нм</p>
<p><b>CO<sub>2</sub></b></p> <p>Флуоресцирует в области 280—480 нм [342]</p>	<p>При возбуждении молекул CO<sub>2</sub> фотонами с <math>\lambda \approx 46,2</math>; 52,5; 55,5; 58,7; 61,0; 62,9; 63,7; 68,6; 70,3; 71,5 нм</p>
<p><b>NO</b></p> <p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 1400, 1683, 1840, 1875 \text{ см}^{-1}</math> [378]</p> <p>Полосы поглощения в ИК спектре: (<math>t = -190^\circ \text{C}</math>) <math>\nu \approx 950, 1000, 1075, 1400, 1725 \text{ см}^{-1}</math> [378]</p>	<p>Газ</p> <p>Твердый конденсат белого цвета</p>
<p><b>NO<sub>2</sub></b></p> <p>Полосы поглощения в ИК спектре: (<math>t = -190^\circ \text{C}</math>) <math>\nu \approx 970, 1085, 1122, 1150, 1380, 1683 \text{ см}^{-1}</math> [378]</p>	<p>Твердый конденсат</p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>F<sub>2</sub>O</b></p> <p>В спектральной области для <math>\lambda \leq 540,0</math> нм наблюдается сплошное поглощение с максимумами при 421,0; 358,0 и 294,0 нм [81, т. 5]</p> <p style="text-align: center;"><b>MgO</b></p> <p>Оптически изотропный [67]</p> <p>Начало края фундаментального поглощения в УФ области спектра <math>&gt; 25000 \text{ см}^{-1}</math> при <math>T = 298 \text{ К}</math> [350]</p> <p>Положение экситонных пиков в УФ спектре отражения при 25 К: <math>h\nu \approx 7,689; 7,715; 7,752; 7,768 \text{ эВ}</math> [362]</p> <p>Тонкая структура УФ спектра термоотражения при 85 К: <math>h\nu \approx 7,67; 7,70; 7,74; 7,76; 7,84 \text{ эВ}</math> (минимумы в спектре термоотражения) [379]</p> <p>Свежеприготовленные образцы обладают высокой прозрачностью в области 0,22—8,0 мкм, но на воздухе со временем мутнеют. С ростом температуры подложки коэффициент преломления слоя увеличивается [345]</p> <p>Полосы поглощения в ИК спектре пропускания: <math>\nu \approx 400, 560 \text{ и } 680 \text{ см}^{-1}</math> [347]</p> <p>При 80 К в УФ спектре поглощения вблизи <math>h\nu \approx 5 \text{ эВ}</math> наблюдается полоса F-центра [89]</p> <p>Полоса поглощения V-центра находится в области <math>\sim 2,3 \text{ эВ}</math> [348]</p> <p>При 80—90 и 120—130°С в спектрах термолюминесценции и термостимулированной проводимости наблюдаются максимумы, связанные с распадом V- и V<sup>0</sup>-центров [344]</p> <p>При 298,77 К и лазерном возбуждении фотолюминесцируют в области с <math>\nu \approx 14350 \text{ см}^{-1}</math> [377]</p> <p style="text-align: center;"><b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p><math>n_0 - n_e = 0,0082 \text{ (D)}</math>, плеохронрует [67]</p>	<p style="text-align: center;">Газ</p> <p>Периклаз Монокристалл</p> <p style="text-align: center;">»</p> <p style="text-align: center;">»</p> <p>Пленки, полученные термическим испарением</p> <p>Микрокристаллы</p> <p>Монокристаллы</p> <p>Кристалл</p> <p>Чистые монокристаллы, облученные рентгеновскими лучами</p> <p>Отожженные порошки и монокристаллы, легированные ионами He, Ar, Fe и Cr</p> <p>Корунд</p>

1	2
<p>Прозрачен в ближней УФ, видимой и ИК областях спектра до <math>\lambda \approx 5</math> мкм. Длинноволновая область пропускания 100—1000 мкм [76]</p>	Сапфир
<p>Термолюминесцирует при возбуждении в рентгеновской области [352]</p>	Сапфир
<p>Максимум полосы излучения в спектре термолюминесценции при <math>\lambda = 540</math> нм [349]</p>	Пленка
<p style="text-align: center;"><b>SiO</b></p>	
<p>Оптически анизотропный, но рентгеноаморфен; <math>n_g - n_p = 0,09</math> [52]</p>	Кристалл
<p>Характеристические полосы поглощения в ИК-спектре: <math>\lambda \approx 8,2; 8,4; 9,3; 10,4; 12,7</math> мкм [52]</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Оптически анизотропный [52]</p>	Чешуйчатые пластинки
<p>Характеристические полосы поглощения в ИК-спектре: <math>\lambda \approx 9,6</math> и <math>11,5</math> мкм [52]</p>	
<p style="text-align: center;"><b>SiO<sub>2</sub></b></p>	
<p>Оптически анизотропный (изотропный в пределах 200—275° С) [52, 67]</p>	$\alpha$ -Кварц
<p>(+) <math>2V^\circ = 0; n_e - n_o = 0,0091;</math></p>	$\beta$ -Кварц
<p>(+) <math>2V^\circ = 0; n_e - n_o = 0,0066</math> [52, 67]</p>	$\alpha$ -Тридимит
<p>(+) <math>2V^\circ = 0; 35; n_g - n_p = 0,004</math> [52, 67]</p>	$\beta$ -Тридимит
<p><math>n_e &gt; n_o</math> [52]</p>	$\gamma$ -Тридимит
<p>(+) <math>2V^\circ = 50; n_g &gt; n_p</math> [52]</p>	$\alpha$ -Кристобалит
<p><math>n_o - n_e = 0,003</math> [67]</p>	$\beta$ -Кристобалит
<p>(-) <math>2V^\circ = 40; n_o &gt; n_e</math> [52]</p>	
<p>Прозрачен в спектральной области 0,22—4,5 мкм [76]</p>	Плавленый кварц
<p>Длинноволновая область пропускания 100—500 мкм [76]</p>	Поликристаллический и плавленый кварц
<p>Обладает электрооптическим эффектом с пределом пропускания <math>\sim 4</math> мкм [76]</p>	Кристаллический кварц
<p>В спектральном диапазоне 3—5 мкм коэффициент поглощения линейно зависит от температуры (1270—1870 К) [351]</p>	Плавленый кварц
<p>Положение максимумов люминесценции: <math>h\nu \approx 3,1; 4,4; 6,2; 7,2</math> эВ [346]</p>	Кристаллы кварца при фотовозбуждении в УФ-области спектра

1	2
<p>Естественный необлученный кварц обладает термолюминесценцией [64]</p>	<p>—</p>
<p><b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>В процессе окисления при уменьшении давления наблюдается свечение [81, т. 5]</p>	<p>Белая кристаллическая масса</p>
<p><b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b></p>	
<p><math>n_e - n_0 = 0,025</math> [67]</p>	<p>Тетрагональная фаза</p>
<p>(—) <math>2V^\circ = 65</math>; <math>n_g - n_p = 0,044</math> [67]</p>	<p>Ромбическая (метастабильная) фаза</p>
<p><math>n_e - n_0 = 0,002</math> [67]</p>	<p>Гексагональная фаза</p>
<p>Под действием естественного света люминесцирует зеленым светом, интенсивность которого возрастает с понижением температуры [81, т. 5]</p>	
<p><b>CaO</b></p>	
<p>Оптически изотропный [67]</p>	<p>Известь</p>
<p>При 85 К в УФ спектре термоотражения наблюдается тонкая структура с минимумами при <math>h\nu \approx 6,93</math>; 6,97; 7,00; 7,04; 7,098 эВ [379]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p>При 77 К в спектральной области 200—300 нм наблюдается заметное поглощение света с максимумами при 215 и 270 нм [372]</p>	<p>Кристалл, деформированный вдоль <math>\langle 100 \rangle</math></p>
<p>Полоса <math>F</math>-центра наблюдается в спектре поглощения при 5 К вблизи <math>h\nu \approx 3,6</math> эВ [89]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p>В спектре поглощения при 6 К наблюдается полоса <math>F^+</math>-центра (<math>\lambda \approx 374</math> нм), которой соответствует полоса излучения при <math>\lambda \approx 398</math> нм [380]</p>	<p>Монокристалл, легированный Mg</p>
<p>Максимум голубой люминесценции (<math>\lambda_{\text{возб}} = 266</math> нм, <math>T = 295</math> К) наблюдается при <math>h\nu \approx 2,6</math> эВ (полуширина полосы <math>\sim 0,7</math> эВ) [372]</p>	<p>Кристалл, деформированный вдоль <math>\langle 100 \rangle</math></p>
<p>Фосфоресцируют, а при адсорбции кислорода наблюдается хемилюминесценция [65]</p>	<p>Чистые и легированные Bi-, Sb-, Tl-образцы</p>
<p>При 298 К и возбуждении рентгеновским излучением люминесцируют в спектральной области 300—650 нм [381]</p>	<p>Пленки толщиной 1 мкм, легированные Sm и Tu, с последующим отжигом в интервале <math>t = 100 \div 800^\circ \text{C}</math></p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Коэффициент пропускания в видимой и ближней ИК областях спектра (<math>\lambda &lt; 2</math> мкм) достигает 99,4% [382]</p>	Пленки
<p style="text-align: center;"><b>TiO<sub>0,83-1,30</sub></b></p>	
<p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 475, 515, 800, 1080</math> см<sup>-1</sup> (при 298 К [176])</p>	Порошок, спрессованный в матрице CsI
<p style="text-align: center;"><b>TiO</b></p>	
<p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 410, 465, 515, 590, 1080</math> см<sup>-1</sup> (при 298 К) [359]</p>	Порошок, спрессованный в матрице KBr
<p style="text-align: center;"><b>Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 410, 480, 515, 1080</math> см<sup>-1</sup> (при 298 К) [359]</p>	Порошок, спрессованный в матрице KBr
<p style="text-align: center;"><b>TiO<sub>2</sub></b></p>	
<p>При 25°С <math>n_e - n_o = 0,2869</math>, плеохроирует [67]</p>	Рутил
<p>При 25°С <math>n_o - n_e = 0,0732</math>, слабо плеохроирует [67]</p>	Анализ
<p>При 25°С <math>n_g - n_p = 0,1173</math> (Na); слабо плеохроирует [67]</p>	Брукит
<p>Двупреломляющий, при <math>\lambda = 1,0</math> мкм <math>n_e - n_o = 0,26</math> [76]</p>	»
<p>Температурная зависимость показателя преломления для <math>\lambda = 0,436</math> мкм: <math>(dn_o/dT) 10^5 = -4,36</math> и <math>(dn_e/dT) 10^5 = -8,6</math> [76]</p>	Рутил
<p>В спектре электроотражения при 84 К наблюдается чувствительная к направлению поляризации света тонкая структура в области <math>h\nu \approx 3,0 - 3,7</math> эВ [358]</p>	Монокристалл
<p>В ИК спектре при 298 К имеется пик поглощения с <math>h\nu \approx 1,4</math> эВ (поглощение света поляронами малого радиуса) [363]</p>	Рутил
<p>При 300 К в ИК спектре коэффициента отражения наблюдаются минимумы с <math>\nu \approx 380, 460, 870</math> см<sup>-1</sup> [365]</p>	Рутил
<p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 415, 550, 650, 1080</math> см<sup>-1</sup> при 298 К [359]</p>	Порошок, спрессованный в матрице KBr



1	2
<p>При 77 К максимум широкой асимметричной полосы люминесценции наблюдается при <math>\lambda=850</math> нм [368]</p>	Монокристалл
<p>Полоса фотолюминесценции при 77 К характеризуется большим стоксовым смещением <math>\sim 1,22</math> эВ [70]</p>	Поликристалл
<p>В спектре фотопроводимости в области края полосы собственного поглощения (<math>\lambda \approx 390</math> нм) наблюдается тонкая структура [70]</p>	Аморфные пленки
<p><math>\text{VO}_{0,79-1,29}</math></p>	
<p>Полосы поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 475, 515, 800, 1080</math> см<math>^{-1}</math> (при 298 К) [176]</p>	Порошок, спрессованный в матрице CsI
<p><math>\text{V}_2\text{O}_3</math></p>	
<p>При 93 К в спектре краевого поглощения наблюдаются два максимума: <math>h\nu \approx 0,2</math> эВ (<math>\vec{E} \parallel \vec{C}</math>) и <math>h\nu \approx 0,32</math> эВ (<math>\vec{E} \perp \vec{C}</math>) [374]</p>	Кристаллы, отожженные при 1500° С
<p><math>\text{VO}_{1,84-1,87}</math></p>	
<p>Очень мелкие сильно отражающие свет кристаллы [52]</p>	—
<p><math>\text{VO}_2</math></p>	
<p>При 340 К (критическая температура перехода полупроводник—металл) в спектрах отражения света наблюдаются слабый минимум при 1,65 эВ и более четкий вблизи 5 эВ [82]</p>	Монокристалл
<p><math>\text{V}_2\text{O}_5</math></p>	
<p>Граница пропускания в УФ области спектра <math>\sim 2,2</math> эВ. В спектре коэффициента отражения при 298 К имеется максимум в области <math>h\nu = 2,8 \div 3,1</math> эВ (<math>\vec{E} \parallel \vec{a}</math>) [364]</p>	Монокристаллы разного стехиометрического состава
<p>Поглощение света поляронами малого радиуса при <math>h\nu \approx 0,84</math> и 1,24 эВ (<math>T=298</math> К) [94]</p>	Монокристалл
<p>«Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 2,24</math> эВ [71]</p>	Монокристалл
<p><math>\text{Cr}_3\text{O}_4</math></p>	
<p>Оптически анизотропный [52]</p>	Кристалл

1	2
<p style="text-align: center;"><b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Положение максимума полосы поглощения в УФ спектре при <math>\lambda \approx 400</math> нм [357]  «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 3,4</math> эВ (при 298 К) [354]</p>	<p>Пленка</p> <p>Порошок</p>
<p style="text-align: center;"><b>MnO</b></p> <p>Оптически изотропный [67]  «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 3-4</math> эВ [354]</p>	<p>Манганозит</p>
<p style="text-align: center;"><b>FeO</b></p> <p>Оптически изотропный [67]</p>	<p>Вюстит</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p><math>n_0 - n_e = 0,23</math> (Li); плеохроирует [67]  «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 3,3</math> эВ (при 298 К) [354]</p>	<p>Гематит</p> <p>Порошок</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b></p> <p>Оптически изотропный [67]  При 298 К в спектральной области 0,15—0,8 эВ показатель преломления <math>n</math> уменьшается от 3 до 2, а показатель поглощения <math>k</math> от 2 до 1 [383]  При 119 К (температура перехода металл—неметалл) на кривой температурной зависимости оптической проводимости есть два максимума для <math>h\nu = 0,13</math> и 0,6 эВ [383]</p>	<p>Магнетит</p> <p>Монокристалл природного магнетита</p> <p>Монокристалл природного магнетита</p>
<p style="text-align: center;"><b>CoO</b></p> <p>«Голубая» граница пропускания: <math>\nu \approx 21000</math> см<sup>-1</sup> (при 298 К) [350]  «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 3-4</math> эВ (при 298 К) [354]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p style="text-align: center;"><b>NiO</b></p> <p>Оптически изотропный [67]  «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 3,7</math> эВ (при 298 К) [354]</p>	<p>Бунзенит</p> <p>Порошок</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cu<sub>2</sub>O</b></p> <p>Оптически изотропный [67]  Вращает плоскость поляризации в магнитном поле [52]</p>	<p>Куприт</p> <p>Пластинки куприта</p>

1	2
<p>В спектрах фотolumинесценции (<math>\lambda_{\text{возб}}=488</math> нм) при гелиевых температурах наблюдаются линии излучения с <math>\lambda \approx 0,72</math> и <math>0,82</math> мкм (вакансии кислорода), а также с <math>\lambda \approx 0,91</math> и <math>1,01</math> мкм (вакансии меди) [83]</p>	Монокристаллы
<p>В спектрах фотolumинесценции при 4—77 К наряду с непосредственным излучением экситона из состояния IS, O (прямой переход) наблюдается ряд полос, возникающих вследствие аннигиляции экситонов (IS, K) с одновременным излучением или поглощением фононов (непрямые переходы) [61]</p>	Кристалл
<p>Обладает фотоэффектом, по абсолютной величине равным эффекту металлической меди [52]</p>	Куприт
<p>В спектре продольной фотопроводимости (при 298 К) наблюдаются два максимума с <math>h\nu \approx 1,45</math> и <math>2,35</math> эВ [87]</p>	Закаленные кристаллы
<b>CuO</b>	
<p><math>n_g &gt; n_p</math>; плеохроирует [67]</p>	Тенорит
<p>Обладает фотоэффектом [52]</p>	»
<b>ZnO</b>	
<p><math>n_e - n_0 = 0,016</math> (Na). Обычно при 298 К флуоресцирует в УФ свете [67]</p>	Природный цинкит (99,63% ZnO)
<p>Двупреломляющий; <math>n_e - n_0 = 0,015</math> (<math>\lambda = 0,589</math> мкм) [76]</p>	Монокристалл
<p>При прокаливании желтеет, при охлаждении принимает прежний цвет [81, т. 5]</p>	Кристалл
<p>Положение максимумов в УФ спектре коэффициента отражения (<math>\vec{E} \perp \vec{c}</math>) при 298 К: <math>h\nu \approx 3,30; 3,35; 7,0; 9,2; 12,6; 14,0; 15,2; 17,1; 19,3; 20,8</math> эВ [376]</p>	Монокристалл
<p>Положение максимумов в спектре диффузного отражения (340—380 нм) при 77 К: <math>\lambda \approx 354,6; 358,8; 362,8; 364,8; 367,8; 369,2</math> нм. Положение полос в спектрах фото- и катодolumинесценции в области 360—400 нм одинаково, но интенсивность их разная [384]</p>	Порошок

1	2
<p>Положение максимума коэффициента поглощения в УФ области спектра: <math>h\nu \approx 3,355</math> эВ (при 300 K) и <math>\sim 3,42</math> эВ (при 77 K) [361]</p>	Монокристалл
<p>Положение максимумов фотолюминесценции (<math>\lambda_{\text{возб}} = 365</math> нм, <math>T = 83</math> K): <math>\lambda \approx 367,9</math>; 374,7; 383,4; 392,0 нм. Положение максимумов зелено-желтой серии термолуминесценции (<math>\lambda_{\text{возб}} \geq 360</math> нм, <math>T = 110 \div 180</math> K) <math>\lambda \approx \approx 403</math>, 513, 590 нм [355, 72, 385]</p>	Монокристаллы
<p>При возбуждении азотным лазером (<math>\lambda_{\text{возб}} = 3371,5</math> Å, <math>T = 4,2</math> K) в спектральной области 370,0—372,0 нм наблюдается полоса излучения [360]</p>	Монокристалл
<p>При возбуждении импульсным пучком электронов (<math>h\nu_e \approx 40</math> эВ, <math>T = 10</math> K) в результате рекомбинации экситонов наблюдается линия стимулированного излучения с <math>\lambda \approx \approx 372,6</math> нм (порог генерации <math>3,5</math> А/см<sup>2</sup>) [386]</p>	»
<p style="text-align: center;"><b>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Положение максимумов фотолюминесценции (<math>\lambda_{\text{возб}} = 254</math> нм) после отжига в кислороде (азоте): <math>\lambda \approx 420</math> нм (при 300 K) и <math>\lambda \approx 365</math> нм (при 77 K) [356]</p>	Монокристалл <i>n</i> -типа
<p style="text-align: center;"><b>GeO<sub>2</sub></b></p> <p><math>n_e - n_0 = 0,006 \div 0,011</math> [67] <math>n_e - n_0 = 0,04</math> [67]</p>	Тетрагональная фаза Гексагональная фаза
<p style="text-align: center;"><b>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>(+) <math>2 V^* = 58</math>; <math>n_g - n_p = 0,14</math> [67] Оптически изотропный; возможно аномальное двупреломление [67]</p>	Клодетит Арсенолит
<p style="text-align: center;"><b>SeO<sub>2</sub></b></p> <p><math>n_e &gt; n_0</math> [67]</p>	Кристалл
<p style="text-align: center;"><b>SrO</b></p> <p>Оптически изотропный [67] Положение экситонных пиков в спектре отражения при 5 K: <math>h\nu \approx \approx 5,711</math>; 5,784; 6,082; 6,126 эВ [362]</p>	» Монокристалл

1	2
<p>Полоса поглощения <math>F^+</math>-центра наблюдается при <math>\lambda=400</math> нм, а максимумы фотолуминесценции (<math>T=77</math> К) — при <math>\lambda \approx 458, 500, 554</math> нм [86]</p>	<p>Кристаллы, облученные быстрыми нейтронами (протонами) с энергией 3,5 МэВ (доза <math>10^{17}</math> частиц/см<sup>2</sup>)</p>
<p>При 300 К в ИК спектре поглощения наблюдаются максимумы с <math>\nu \approx 90, 101, 108, 116, 126, 134, 142, 156, 164, 206, 224, 255</math> см<sup>-1</sup> [367]</p>	<p>Порошок, размер зерна <math>\sim 8</math> мкм</p>
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Оптически изотропный [67]</p>	<p>Кристалл</p>
<p>Коэффициент пропускания в видимой и ближней ИК областях спектра (<math>\lambda &lt; 2</math> мкм) достигает 99,4% [382]</p>	<p>Пленки</p>
<p>Обладают фотоэлектрическими свойствами. В интервале 21—37° С в сильных полях вольтамперные характеристики (в координатах <math>\lg I - \sqrt{V}</math>) имеют вид прямых линий [387]</p>	<p>Поликристаллические пленки толщиной 0,15—0,267 мкм</p>
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	
<p>(—) <math>2 V^* = 30</math>; <math>n_g - n_p = 0,07</math>, плеохроирует [67]</p>	<p>Бадделейт</p>
<p>Положение максимумов полосы поглощения в УФ спектре: <math>\lambda \approx 229</math> (кубическая модификация) и <math>\lambda \approx 248,4</math> нм (моноклинная модификация) [357]</p>	<p>Пленки</p>
<p>Положение полос поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 425, 525, 685, 760</math> см<sup>-1</sup> [359]</p>	<p>Порошок, спрессованный в матрице KBr</p>
<p>Спектральное положение полос фотолуминесценции (<math>\lambda_{\text{возб}} = 313; 365</math> нм) при 77 К: <math>h\nu \approx 2,74; 2,42; 2,20; 1,98; 1,76</math> эВ [402]</p>	<p>Порошок</p>
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	
<p>При нагревании до 400—500° С приобретает желтую окраску, исчезающую после охлаждения, подобно ZnO [80]</p>	<p>—</p>
<p>Интенсивно поглощает свет в спектральной области 260—330 мкм с максимумом при <math>\lambda \approx 278</math> нм [52, 357]</p>	<p>Тонкая пленка</p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>MoO<sub>2</sub></b></p>	
<p>Обладает фотоэлектрическим эффектом [52]</p>	<p>Кристалл</p>
<p style="text-align: center;"><b>MoO<sub>3</sub></b></p>	
<p><math>n_g &gt; n_p</math>; (+) <math>2V^\circ = 13</math>; <math>2H^\circ = 117^\circ 15'</math> (для красного света) и <math>2H^\circ = 127^\circ</math> (для голубого света); плеохроирует [52]</p>	<p>Кристалл</p>
<p>Граница пропускания в УФ области спектра начиная с <math>\lambda \approx 0,4</math> мкм. В спектральной области 0,4—2 мкм показатель преломления <math>n</math> уменьшается от 3 до 2. При <math>\lambda = 850</math> нм наблюдается полоса поглощения, связанная с центром окраски [368, 313]</p>	<p>Пленки толщиной 0,08—1,75 мкм</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ag<sub>2</sub>O</b></p>	
<p>Люминесцируют при низких температурах в спектральной области 0,9—2 мкм [370, 61]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p>При 77 К обладает экситонной фотопроводимостью [370]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p style="text-align: center;"><b>CdO</b></p>	
<p>Оптически изотропный [67]</p>	<p>Кристалл</p>
<p>При 8—13 К в ИК спектрах поглощения наблюдается минимум с <math>\lambda \approx 20,5</math> мкм (длинноволновое поглощение света поляронами малого радиуса) [373]</p>	<p>Пленки <math>n</math>-типа, полученные катодным распылением</p>
<p style="text-align: center;"><b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\lambda \approx 3,75</math> эВ [634]</p>	<p>Пленки</p>
<p style="text-align: center;"><b>SnO<sub>2</sub></b></p>	
<p>При 289 К <math>n_e - n_o = 0,0973</math> (для <math>\lambda = 578</math> нм), а при 808 К <math>n_e - n_o = 0,0866</math> (для <math>\lambda = 578</math> нм) [67]</p>	<p>Касситерит</p>
<p>Прозрачны в видимой и ближней ИК областях спектра. Положение полос поглощения при 298 К в ИК спектре: <math>\lambda \approx 3,1</math>; <math>8,5 \div 9,0</math>; <math>16,4</math> мкм [388]</p>	<p>Тонкие пленки</p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Оптически изотропный. Иногда обладает аномальным двупреломлением [67]          (—) <math>2V^\circ \approx 0</math>; <math>n_g - n_p = 0,17</math> [67]          Обладает фотопроводимостью в области края фундаментального поглощения (<math>h\nu \approx 3,0 \div 3,5</math> эВ) [389, 52]</p>	<p>Сенармонтит</p> <p>Валентинит Кристалл</p>
<p style="text-align: center;"><b>TeO<sub>2</sub></b></p> <p>(—) <math>2V^\circ</math> — большой; <math>n_g - n_p = 0,35</math> (Li) [67]          Обладает нелинейным показателем преломления: <math>\delta n = (56 \pm 6) \cdot 10^{-8}</math> ед. CGSE [85]</p>	<p>Теллурит</p> <p>Кристалл</p>
<p style="text-align: center;"><b>BaO</b></p> <p>Оптически изотропный [67]          Положение экситонных пиков в спектре отражения при 5 К: <math>h\nu \approx \approx 3,91</math>; 4,03; 4,08; 4,24 эВ [362]          Полосы поглощения <math>F^-</math> и <math>F^+</math>-центров вблизи 2,3 и 2,0 эВ соответственно наблюдали в спектрах поглощения при 77—423 К [88]          В интервале 103—423 К и фотовозбуждении (<math>h\nu_{\text{возб}} = 3,65 \div 3,9</math> эВ) наблюдается полоса рекомбинационной люминесценции (<math>h\nu \approx 2,92</math> эВ) [390]</p>	<p>Кристалл Монокристалл</p> <p>Кристалл</p> <p>Порошок</p>
<p style="text-align: center;"><b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Сильное поглощение света в УФ области спектра начиная с <math>h\nu \approx \approx 5,6</math> эВ [623]</p>	<p>Тонкие пленки (С-форма)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>В зависимости от степени восстановления (<math>T = 623 \div 1273</math> К) происходит изменение окраски от серо-бирюзовой до черно-синей [52]</p>	<p>Кристаллический порошок</p>
<p style="text-align: center;"><b>CeO<sub>2</sub></b></p> <p>Оптически изотропный [52]          Начало длинноволнового края поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>\nu \approx 25500</math> см<sup>-1</sup> [391]</p>	<p>Кристаллический порошок Монокристалл</p>

1	2
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,1</math> эВ [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p><b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,56</math> эВ [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p><b>Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,35</math> эВ [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм</p>
<p>При <math>\lambda = 589,3</math> нм (<math>T = 298</math> К) показатели преломления и поглощения изменяются с толщиной соответственно: <math>1,791 &lt; n &lt; 1,899</math> и <math>0,001 &lt; k &lt; 0,032</math> [392]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной до <math>3/4 \lambda</math></p>
<p><b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,0</math> эВ [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p><b>Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Оптически анизотропный; <math>2V^\circ = 10-20</math> [52]</p>	<p>Кристалл</p>
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,86</math> эВ (С-форма) и 5,04 эВ (В-форма) [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм</p>
<p><b>EuO</b></p>	
<p>При возбуждении излучением He—Cd лазера или электронным пучком наблюдается полоса люминесценции вблизи 3,36 эВ [403]</p>	<p>Монокристалл</p>
<p>При <math>\lambda \approx 1,0</math> мкм (<math>T = 298</math> К) наблюдается максимум в спектре фотопроводимости, а максимум фото-э.д.с. расположен при <math>\lambda \approx 0,6</math> мкм [375]</p>	<p>Монокристалл, <math>\rho \approx 10^8</math> Ом·см</p>
<p><b>E<sub>16</sub>O<sub>21</sub></b></p>	
<p>(+) <math>2V^\circ = 25</math>; <math>n_g &gt; n_p</math> [52]</p>	<p>Фаза «Орто-1»</p>
<p><b>Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,48</math> эВ (С-форма) и 4,90 эВ (В-форма) [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм</p>



1	2
<p>При 77 К в спектре пропускания наблюдаются линии поглощения света с <math>\nu \approx 18719, 18747, 18947, 18964, 19013, 19102 \text{ см}^{-1}</math> [371]</p>	<p>Мелкодисперсный порошок (С-форма)</p>
<p>Положение максимумов поглощения в спектре пропускания в видимой области при 4,2 К: <math>\lambda \approx 573,5; 576,0; 578,4; 582,0; 582,2 \text{ нм}</math> [371]</p>	<p>Мелкодисперсный порошок (В-форма)</p>
<b>Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,45 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 535 \text{ см}^{-1}</math> [404]</p>	<p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<b>Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,77 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<b>Tb<sub>4</sub>O<sub>7</sub></b>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,95 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм</p>
<b>Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 4,86 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 550 \text{ см}^{-1}</math> [404]</p>	<p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<b>Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Поглощение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,27 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 562 \text{ см}^{-1}</math> [404]</p>	<p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<b>Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,21 \text{ эВ}</math> [623]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p>
<p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 565 \text{ см}^{-1}</math> [404]</p>	<p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>Tu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,25</math> эВ [623]</p> <p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 568</math> см<sup>-1</sup> [404]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p> <p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<p style="text-align: center;"><b>Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,30</math> эВ [623]</p> <p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 573</math> см<sup>-1</sup> [404]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p> <p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<p style="text-align: center;"><b>Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p> <p>Положение края фундаментального поглощения в УФ области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 5,52</math> эВ [623]</p> <p>Максимальная частота ИК спектра поглощения: <math>\nu_l \approx 580</math> см<sup>-1</sup> [404]</p>	<p>Тонкие пленки толщиной 60,0—400,0 нм (С-форма)</p> <p>Порошок, спрессованный в матрице из CsI</p>
<p style="text-align: center;"><b>HfO<sub>2</sub></b></p> <p>Положение максимума полосы поглощения в УФ спектре при <math>\lambda \approx 213</math> нм [357]</p> <p>Положение полос поглощения в ИК спектре: <math>\nu \approx 425, 535, 685, 770</math> см<sup>-1</sup> (при 298 К) [359]</p>	<p>Пленка</p> <p>Порошок, спрессованный в матрице KBr</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b></p> <p>При нагревании до температуры красного каления сохраняет белый цвет [80]</p> <p>Начало полосы поглощения в УФ области спектра <math>\sim 300</math> нм с максимумом при <math>\lambda \approx 209</math> нм [52]</p> <p>Электролюминесцирует [393]</p> <p>«Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 1,5</math> эВ [394]</p>	<p>Тонкая пленка</p> <p>Порошок</p> <p>Пленки, полученные анодным окислением</p>
<p style="text-align: center;"><b>WO<sub>3</sub></b></p> <p>Границы пропускания света в УФ области спектра: <math>\lambda \approx 380</math> нм (аморфное состояние) и <math>\sim 450</math> нм (после кристаллизации). «Красная» граница фотоэффекта <math>\sim 325</math> нм (аморфное состояние) и <math>\sim 550</math> нм (после кристаллизации) [395]</p>	<p>Тонкие пленки</p>

1	2
<p style="text-align: center;"><b>WO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</b></p>	
<p>(—) 2 V°=27; <math>n_g-n_p=0,22</math> [67]</p>	Тунгстит
<p style="text-align: center;"><b>WO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O</b></p>	
<p>(—) 2 V°=52; <math>n_g-n_p=0,34</math>; плеохроирует [67]</p>	Гидротунгстит
<p style="text-align: center;"><b>ReO<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение минимума отражения в видимой области спектра: <math>h\nu \approx 2,1</math> эВ (край плазменного отражения) [396]</p>	Монокристалл
<p style="text-align: center;"><b>HgO</b></p>	
<p><math>n_g-n_p=0,28 \pm 0,04</math> (Li); (+) 2 V° — большой. Красная окись при нагревании чернеет, но восстанавливает прежний цвет при охлаждении. Желтая окись при нагревании краснеет [67, 81, т. 4]</p>	Монтроидит
<p>В ИК спектре поглощения при 293 К наблюдаются два максимума с <math>\nu \approx 491</math> и <math>595 \text{ см}^{-1}</math>, уширяющиеся при переходе от красно-оранжевой к бледно-желтой модификации [397]</p>	Порошки
<p>Фосфоресцируют в спектральной области 2,0—4,5 эВ. Максимум интенсивности свечения (<math>h\nu=2,39 \pm 0,03</math> эВ) наблюдается при 133 К (красная модификация) [63]</p>	»
<p style="text-align: center;"><b>Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></p>	
<p>Положение края фундаментального поглощения в видимой области спектра при 298 К: <math>h\nu \approx 2,1</math> эВ [635]</p>	Пленки
<p style="text-align: center;"><b>PbO</b></p>	
<p><math>n_0-n_g=0,13</math> (Li) [67] 2 V° <math>\approx 90</math>; <math>n_g-n_p=0,20</math> (Li); плеохроирует [67]</p>	Глет Массикот
<p>Положение края фундаментального поглощения при 298 К: <math>h\nu \approx 1,7-3,4</math> эВ [399]</p>	Пленки и порошки при энантиотропных превращениях
<p>Положение максимума полосы поглощения в УФ области спектра при 293 К: <math>\lambda \approx 350 \text{ нм}</math>, максимальное значение показателя преломления <math>n=2,7 \div 2,8</math> наблюдается в видимой области спектра (красная модификация) [398]</p>	Тонкие пленки

1	2
<p>В спектрах поглощения и фотопроводимости в области 1,4 и 3,3 эВ при 298 К наблюдается тонкая структура [52, 399]</p>	<p>Монокристаллы</p>
<p><b>Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>  <math>n_0 \geq n_e</math>. Сильно плеохроирует [67]          При 291 К спектральное положение края поглощения совпадает с максимумом фотопроводимости: <math>h\nu \approx 2,1</math> эВ [366]</p>	<p>Миниум          Порошок (сурик), размер зерна <math>\sim 8</math> мкм</p>
<p><b>PbO<sub>2</sub></b>  <math>n_0 &gt; n_e</math>. Двупреломление слабое [67]  <b>Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>          Оптически изотропный [67]  <math>n_g \geq n_p</math> [67]          Граница пропускания света в видимой области спектра <math>\sim 1,7</math> эВ [400]          Обладает фоточувствительностью [52]</p>	<p>Платтнерит            Силленит          Бисмит          Отожженные пленки            Кристалл</p>
<p><b>ThO<sub>2</sub></b>          Оптически изотропный [67]          Граница пропускания в УФ области спектра <math>\sim 213</math> нм [401]          Положение максимумов в спектре поглощения при <math>\lambda \approx 246</math> и 300 нм. Флуоресцируют в спектральной области 390—470 нм [401]</p>	<p>Торианит          Кристалл, отожженный в кислороде при 1673 К            Кристаллы, восстановленные при 1673 К, а также легированные ионами Ca<sup>2+</sup> и Y<sup>3+</sup></p>
<p><b>UO<sub>2</sub></b>          Непрозрачный; коэффициент отражения в видимой области спектра <math>R=12,5-15,0\%</math> [67]          При 3 К в дальней ИК области спектра наблюдаются максимумы поглощения с <math>\nu \approx 17,6; 19,2; 79,0; 100,0</math> см<sup>-1</sup> [153]</p>	<p>Уранинит            Монокристалл</p>
<p><b>2UO<sub>2</sub>·7H<sub>2</sub>O</b>          (—) <math>2V^\circ</math> — мал; <math>n_g - n_p = 0,246</math>; плеохроирует [67]  <b>4UO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O</b>          (—) <math>2V^\circ = 48</math>; <math>n_g - n_p = 0,12</math>; сильно плеохроирует [67]</p>	<p>Иантинит            Кристалл (ромбическая модификация)</p>
<p><b>4UO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O</b>          (—) <math>2V^\circ = 89</math>; <math>n_g - n_p = 0,045</math> [67]  <b>7UO<sub>3</sub>·11H<sub>2</sub>O</b>          (—) <math>2V^\circ = 31</math>; <math>n_g - n_p = 0,095</math> плеохроирует [67]</p>	<p>Скупит            Беккерелит</p>

# ГЛАВА VII

## ЯДЕРНЫЕ СВОЙСТВА И ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ

### 1. МИКРО- И МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ И РАССЕЯНИЯ [405, 406]

Оксид	Молекулярная плотность, $\times 10^{28}$ молекул/ $\text{м}^3$	$\sigma_a$	$\sigma_s$	$\Sigma_a$	$\Sigma_s$
		$\times 10^{-28} \text{м}^2/\text{молекулу}$		$\text{м}^{-1}$	
H <sub>2</sub> O	3,35	0,66	103	2,2	345
D <sub>2</sub> O	3,31	0,001	13,6	0,0033	44,9
BeO	7,28	0,01	6,8	0,073	50,1
MgO*	5,44	0,063	7,8	0,344	42,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,35	0,46	15,4	1,08	36,2
SiO <sub>2</sub>	2,66	0,13	10,1	0,345	26,8
CaO	3,64	0,43	7,2	1,57	26,2
TiO	3,20	5,8	12,4	18,5	39,7
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,06	5,8	18,6	11,9	38,3
ZnO	4,16	1,06	7,8	4,4	32,4
SrO	2,70	1,16	14,2	3,13	38,4
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,29	2,6	18,6	3,36	24,0
ZrO <sub>2</sub>	3,12	0,18	16,4	0,56	51,2
CdO	3,26	3315	11,2	10 850	36,5
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,28	16 500	22,6	21 100	28,9
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,27	8740	30,2	11 100	38,3
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,26	2200	214	2 770	270
ThO <sub>2</sub>	2,25	7	20,9	15,8	47,0
UO <sub>2</sub>	2,23	7,6	16,7	16,9	37,2

\* Сечения оксидов MgO и остальных рассчитаны по формулам:  $\sigma_t = \sigma_{i_{\text{э}}} + \sigma_{i_{\text{O}}}$ , где  $\sigma_{i_{\text{э}}}$  — микроскопическое сечение элемента, образующего оксид, ( $i = a, s$ ) и  $\sigma_{i_{\text{O}}}$  — микроскопическое сечение кислорода;  $\Sigma_t = \rho_{\text{э}} \sigma_{i_{\text{э}}} + \rho_{\text{O}} \sigma_{i_{\text{O}}}$ , где  $\rho_{i_{\text{э}}}$  — атомная плотность элемента в оксиде (число атомов элемента, образующего оксид, в единице объема);  $\rho_{i_{\text{O}}}$  — атомная плотность кислорода в оксиде (число атомов кислорода, входящего в состав оксида, в единице объема).

## 2. ЯДЕРНЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДОВ-ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ [406]

Оксид	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Молекулярная масса	Молекулярная плотность, $\times 10^{23}/\text{м}^3$	Сечение поглощения для нейтронов, $\times 10^{-28} \text{ м}^2$	Сечение рассеяния для нейтронов, $\times 10^{-28} \text{ м}^2$	Сечение рассеяния для надтепловых нейтронов, $\times 10^{-28} \text{ м}^2$	Среднедоговариваемая энергия потерь нейтронов на одно соударение	Длина пробега нейтронов с энергией 4.10—21 Дж до поглощения, м
H <sub>2</sub> O	1000	18	3,35	0,66	110	46	0,948	0,45
D <sub>2</sub> O	1100	20	3,32	0,00092	15	10,5	0,570	328
BeO	2800	25	6,75	0,0092	11,1	9,8	0,173	16,1

Продолжение

Оксид	Транспортная длина пробега нейтронов, м	Время замедления, с	Время диффузии, с	Альбедо бесконечности	Длина диффузии, м	Возраст по Ферми, по Ферми, м <sup>2</sup>	Возраст по Ферми (до энергии, равной 2.3.10 <sup>-19</sup> Дж), м <sup>2</sup>
H <sub>2</sub> O	0,00246	1.0.10 <sup>-5</sup>	0,00021	0,82	0,0288	0,0033	0,0030
D <sub>2</sub> O	0,024	4,6.10 <sup>-5</sup>	0,15	0,97	1,00	0,0120	0,0100
BeO	0,0165	7,8.10 <sup>-5</sup>	0,0068	0,93	0,30	0,0143	—

### 3. ПОРОГОВЫЕ ЭНЕРГИИ РЕАКЦИЙ, ПРИВОДЯЩИХ К ОБРАЗОВАНИЮ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОКИСЛАХ [407]

Оксид	Изотоп	Пороговая энергия, $\times 10^{-12}$ Дж (МэВ)			
		( $\gamma$ , $n$ )	( $n$ , $2n$ )	( $n$ , $\alpha$ )	( $n$ , $p$ )
Все	$^{16}\text{O}$	2,61(16,3)	2,77(17,3)	0,58(3,6)	1,63(10,2)
BeO	$^9\text{Be}$	0,27(1,67)	0,3(1,85)	0,048(0,3)	—
MgO	$^{24}\text{Mg}$	2,62(16,4)	2,73(17,1)	—	0,78(4,9)
	$^{25}\text{Mg}$	1,17(7,3)	1,20(7,5)	—	0,66(4,1)
	$^{26}\text{Mg}$	1,79(11,2)	1,85(11,6)	—	—
	$^{27}\text{Al}$	2,05(12,8)	2,11(13,2)	0,39(2,44)	0,31(1,96)
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$^{28}\text{Si}$	2,7(16,8)	2,78(17,4)	—	0,64(4,0)
$\text{SiO}_2$	$^{29}\text{Si}$	1,36(8,5)	1,39(8,7)	—	0,53(3,3)
CaO	$^{40}\text{CaO}$	2,54(15,9)	2,61(16,3)	—	—
$\text{TiO}_2$	$^{46}\text{Ti}$	2,13(13,3)	2,18(13,6)	—	—
	$^{49}\text{Ti}$	1,39(8,7)	1,42(8,9)	—	—
	$^{64}\text{Zn}$	—	1,91(11,9)	—	—
	$^{66}\text{Zn}$	—	1,81(11,3)	—	—
ZnO	$^{67}\text{Zn}$	—	1,14(7,1)	—	—
	$^{68}\text{Zn}$	—	1,65(10,3)	—	—
	$^{86}\text{Sr}$	—	1,54(9,6)	—	—
	$^{87}\text{Sr}$	—	1,36(8,5)	—	—
SrO	$^{88}\text{Sr}$	—	1,79(11,2)	—	—
	$^{90}\text{Zr}$	—	1,97(12,3)	—	—
$\text{ZrO}_2$	$^{91}\text{Zr}$	—	1,17(7,3)	—	—

### 4. НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗОТОПОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ОКИСЛАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ [407]

Оксид	Изотоп	Тип распада	Период полураспада, с	Максимальная энергия излучения, $\times 10^{-13}$ Дж		Продукт распада
				частицы	$\gamma$ -лучей	
1	2	3	4	5	6	7
Все	$^1\text{H}$	Стабильный	—	—	—	—
	$^4\text{He}$	Стабильный	—	—	—	—
	$^{13}\text{C}$	Стабильный	—	—	—	—
BeO	$^{16}\text{N}$	$\beta^-$	7,4	16,5	11,4	$^{16}\text{O}$
	$^{15}\text{O}$	$\beta^+$	126	2,7	—	$^{15}\text{N}$
	$^3\text{H}^*$	$\beta^-$	$3,87 \cdot 10^{-8}$	0,0288	—	$^3\text{He}$
	$^6\text{He}$	$\beta^-$	0,83	5,6	—	$^6\text{Li}$
	$^8\text{Be}$	$2\alpha$	$10^{-16}$	0,058	—	$^4\text{He}$
MgO	$^{21}\text{Ne}$	Стабильный	—	—	—	—
	$^{22}\text{Ne}$	Стабильный	—	—	—	—
	$^{23}\text{Ne}$	$\beta^-$	40,2	7,0	3,34	$^{23}\text{Na}$
	$^{24}\text{Na}$	$\beta^-$	$5,4 \cdot 10^4$	2,22	2,21	$^{24}\text{Mg}$

Оксид	Изотоп	Тип распада	Период полураспада, с	Максимальная энергия излучения, $\times 10^{-13}$ Дж		Продукт распада
				частицы	$\gamma$ -лучей	
1	2	3	4	5	6	7
$Al_2O_3$	$^{25}Na$	$\beta^-$	62	6,4	2,56	$^{25}Mg$
	$^{23}Mg$	$\beta^+$	11	4,72	—	$^{23}Na$
	$^{24}Na$	$\beta^-$	$5,4 \cdot 10^4$	2,22	2,21	$^{24}Mg$
	$^{27}Mg$	$\beta^-$	570	2,8	1,62	$^{27}Al$
	$^{26}Al$	$\beta^+$	6,7	5,12	—	$^{26}Mg$
$SiO_2$	$^{25}Mg$	Стабильный	—	—	—	—
	$^{26}Mg$	Стабильный	—	—	—	—
CaO	$^{28}Al$	$\beta^-$	138	4,58	2,86	$^{28}Si$
	$^{29}Al$	$\beta^-$	394	4,0	3,9	$^{29}Si$
	$^{27}Si$	$\beta^+$	4,0	6,02	—	$^{27}Al$
	$^{37}Ar$	Е. З.	$2,94 \cdot 10^5$	—	—	$^{37}Cl$
	$^{40}K$	$\beta^-$ , Е. З.	$4,1 \cdot 10^{18}$	2,11	2,34	$^{40}Ca$ , $^{40}Ar$
ZrO	$^{39}Ca$	$\beta^+$	0,9	8,17	—	$^{39}K$
	$^{87}Sr$	Стабильный	—	—	—	—
	$^{88}Sr$	То же	—	—	—	—
	$^{90}Y$	$\beta^-$	$2,31 \cdot 10^5$	3,58	2,8	$^{90}Zr$
	$^{89}Zr$	$\beta^+$	$2,84 \cdot 10^5$	1,44	1,46	$^{89}Y$

\* Третий образуется по реакции:  $^6Li + n = ^4He + ^3H$ .

## 5. РАДИАЦИОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА

$\Phi_{\text{бн}}^* \times 10^{21} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}, ^\circ K$	$\Delta V/V_0, \%$	$\Phi_{\text{бн}}^* \times 10^{21} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}, K$	$\Delta V/V_0, \%$
1	2	3	1	2	3
<b>BeO, монокристаллы</b> [408, 409]			<b>BeO, поликристаллы</b> [409, 410, 411, 428]		
1	373	+0,3	1,7	348—373	+0,7*2
2	373	+0,6	2,6	348—373	+2,0*2
3	373	+1,2	5,5	348—373	+4,1*2
5	373	+2,3	7,4	348—373	+6,3*2
8	373	+3,3	10	348—373	+8,3*2
10	373	+3,7	1,2	783	+0,2*2
25	373	+4,5	5,5	793	+1,7*2
18	383	+1,7	4,5	863	+1,5*2
11	923	+0,9	1,5	943	+0,15*2
41	923	+3,8	6,5	943	+1,3*2



$\Phi_{\text{БН}}^{*1}$ $\times 10^{24} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}, \text{ K}$	$\Delta V/V_0, \%$	$\Phi_{\text{БН}}^{*}$ $\times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}, \text{ K}$	$\Delta V/V_0, \%$
1	2	3	1	2	3
12	963	+2,5*2	4,3	373	+4,0*5
2,7	348—373	+0,8*3	5,0	373	+4,6*5
5,2	348—373	+2,8*3	5,5	373	+4,9*5
10	348—373	+5,9*3	1,7	373	+0,5*6
14	348—373	+7,1*3	2,1	373	+0,9*6
9	808	+2,4*3	2,9	373	+1,3*6
11	858	+1,9*3	3,0	373	+1,4*6
12	963	+1,7*3	3,5	373	+1,6*6
2,8	348—373	+0,5**	3,6	373	+1,9*6
5,3	348—373	+1,9**	4,0	373	+1,6*6
10	348—373	+4,5**	4,2	373	+2,4*6
14	348—373	+6,8**	4,6	373	+2,4*6
9	808	+1,4**	4,9	373	+2,6*6
11	858	+1,4**	5,1	373	+2,9*6
12	963	+1,3**	5,2	373	+2,6*6
1,9	373	+1,2*4	5,5	373	+3,1*6
2,4	373	+1,6*4	5,8	373	+2,6*6
3,1	373	+2,2*4	8	923	+2,1*7
4,0	373	+2,4*4	16	923	+4,2*7
5,0	373	+2,9*4	24	923	+6,3*7
5,3	373	+3,4*4	10	1373	+0,9*8
2,0	373	+1,4*5	20	1373	+1,4*8
2,5	373	+0,9*5	10	1373	+2,1*9
3,0	373	+2,8*5	20	1373	+2,1*9

$\Phi_{\text{бн}}^* \times 10^{24} \text{ 1/м}^2$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	$\Delta V/V_0, \%$	$\Phi_{\text{бн}}^* \times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	$\Delta V/V_0, \%$
1	2	3	1	2	3
40	1373	+2,2*9	1,4	348—373	+0,6
10	1373	+1,5*10	2,2	348—373	+0,7
20	1373	+2,6*10	3,0	348—373	+0,8
10	1373	+2,7*11	4,8	348—373	+1,0
20	1373	+3,0*11	6,0	348—373	+1,1
40	1373	+3,4*11	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , поликристаллы [413, 414]		
10	1273	+0,5*12	1	523	+0,22
20	1273	+1,1*12	2	523	+0,45
30	1273	+1,7*12	3	523	+0,70
50	1273	+2,8*12	4	523	+0,85
90	1273	+5,1*12	6	523	+1,15
10	1273	+0,6*13	8	523	+1,30
20	1273	+1,3*13	1	748	+0,25
30	1273	+2,1*13	2	748	+0,40
50	1273	+2,6*13	3	748	+0,55
90	1273	+3,0*13	4	748	+0,65
$\text{MgO}$ , монокристаллы [412]			6	748	+0,80
0,15	348—373	+0,1	8	748	+0,85
0,6	348—373	+0,4	52	673—973	+5

\*1  $\Phi_{\text{бн}}$  — флюенс нейтронов с энергией  $E_{\text{н}} > 1,6 \cdot 10^{-13}$  Дж;  $T_{\text{обл}}$  — температура образцов во время облучения;  $\Delta V/V_0$  — относительное изменение объема;  $\rho_0$  — плотность до облучения ( $\rho_{\text{отн}}$  — относительная плотность до облучения, %)  $d_3 - d_{\text{зерна}}$ . \*2 Горячепрессованные,  $\rho_{\text{отн}} = 97 \div 98\%$ ,  $d_3 = 12 \div 15$  мкм. \*3 Холоднопрессованные,  $\rho_{\text{отн}} = 96 \div 98\%$ ,  $d_3 = 8 \div 12$  мкм. \*\* Холоднопрессованные,  $\rho_{\text{отн}} = 95 \div 97\%$ ,  $d_3 = 2 - 3$  мкм. \*4 BeO, сорт UOX, +1% Be,  $\rho_0 = 2980 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 9$  мкм. \*5 BeO—UOX+2% Be,  $\rho_0 = 2960 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 12$  мкм. \*6 BeO—UOX+0,2%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ +0,1%  $\text{SiO}_2$ ,  $\rho_0 = 2920 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 10$  мкм. \*7 Холоднопрессованные,  $d_3 = 17 \div 25$  мкм. \*8 Холоднопрессованные,  $\rho_0 = 2700 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 17 \div 24$  мкм, время облучения  $\tau_{\text{обл}} = 7,95 \cdot 10^8$  с. \*9  $\rho_0 = 2700 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 17 \div 24$  мкм,  $\tau_{\text{обл}} = 1,59 \cdot 10^7$  с. \*10  $\rho_0 = 2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 23 \div 25$  мкм,  $\tau_{\text{обл}} = 7,95 \cdot 10^8$  с. \*11  $\rho_0 = 2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 23 \div 25$  мкм,  $\tau_{\text{обл}} = 1,59 \cdot 10^7$  с. \*12 Холоднопрессованные,  $\rho_0 = 2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 5$  мкм. \*13 Холоднопрессованные,  $\rho_0 = 2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3 = 5$  мкм.

# 6. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ

$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24}$ Па	$T_{\text{обл}}, \text{K}$	$\Delta\rho/\rho_0, \%$	$\rho_0,$ кг/м <sup>3</sup>	$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24}$ Па	$T_{\text{обл}}, \text{K}$	$\Delta\rho/\rho_0, \%$	$\rho_0,$ кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	1	2	3	4
<b>BeO, спеченные [415, 409]</b>				0,049	313—373	—4,7 <sup>*12</sup>	
0,086	373	—0,1 <sup>*1</sup>	2900	11	523—573	—17,7 <sup>*12</sup>	
1,2	373	—0,7 <sup>*1</sup>	2900	2		—14,7 <sup>*12</sup>	2600
1,6	373	—1,0 <sup>*1</sup>	2900	2		—13,0 <sup>*13</sup>	2600
1,8	373	—1,2 <sup>*1</sup>	2900	2		—13,0 <sup>*14</sup>	2600
2,0	373	—1,3 <sup>*1</sup>	2900				
2,1	373	—1,5 <sup>*1</sup>	2900				
3,7	373	—3,4 <sup>*1</sup>	2900				
3,9	373	—3,8 <sup>*1</sup>	2900				
4,0	373	—4,2 <sup>*1</sup>	2900				
0,082	373	—0,1 <sup>*2</sup>	2900				
3,6	373	—3,6 <sup>*2</sup>	2900				
4,5	373	—4,6 <sup>*2</sup>	2900				
0,061	373	—0,1 <sup>*3</sup>	2900				
3,8	373	—4,2 <sup>*3</sup>	2900				
6,0	373	—5,8 <sup>*3</sup>	2900				
0,088	373	—0,1 <sup>*1</sup>	2900				
1,3	373	—0,7 <sup>*1</sup>	2900				
1,8	373	—1,1 <sup>*1</sup>	2900				
2,3	373	—1,3 <sup>*1</sup>	2900				
4,0	373	—3,9 <sup>*1</sup>	2900				
5,4	373	—5,4 <sup>*3</sup>	2940				
2,0	1133	—3,19 <sup>*5</sup>	2839				
2,0	1133	—2,61 <sup>*6</sup>	2833				
2,1	1133	—1,26 <sup>*6</sup>	2806				
2,1	1133	—2,33 <sup>*6</sup>	2800				
<b>MgO*7 [408]</b>							
0,15	348—373	—0,1					
0,6	348—373	—0,4					
1,4	348—373	—0,6					
2,2	348—373	—0,7					
3,0	348—373	—0,8					
4,8	348—373	—1,0					
6,0	348—373	—1,1					
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*8 [408, 416—418]</b>							
0,2	353	—0,1					
0,5	353	—0,23					
1,0	353	—0,38					
2,0	353	—0,6					
3,0	353	—0,8					
4,0	353	—0,95					
5,0	353	—1,03					
0,6*9	323	—0,35 <sup>*10</sup>	3983				
6,0*9	323	—0,98 <sup>*10</sup>	3983				
0,3	323	—0,17 <sup>*11</sup>	3559				
0,5		—0,39 <sup>*11</sup>					
<b>SiO<sub>2</sub>, кристаллы [418]</b>							
0,66	373	—3,5 <sup>*12</sup>					
0,013	313—373	—0,07 <sup>*12</sup>	2648				
<b>SiO<sub>2</sub>, аморфные [417, 418]</b>							
0,07	323	+0,9	2210				
2	323	+1,8	2210				
0,013	313—373	+0,2	2209				
0,059	313—373	+2,8	2268				
11	523—573	+2,1	2251				
0,2	323	+1,9	2196				
0,5	323	+2,05	2196				
0,7	323	+2,3	2204				
4	323	+1,2	2204				
2	323	+3	2210				
2,2		+2,8					
<b>TiO<sub>2</sub> [416, 419]</b>							
0,6	323	—0,5	4010				
3	323	—0,75	4010				
<b>MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [419]</b>							
4		0	3600				
<b>3BeO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·6SiO<sub>2</sub> [418]</b>							
3,6		—6					
<b>2MgO·SiO<sub>2</sub> [418]</b>							
0,6		—0,85	3056				
<b>ZrO<sub>2</sub>·SiO<sub>2</sub> [418, 419]</b>							
0,5		—0,67	3730				
3,6	323	—4	3730				
<b>Стеатит [418]</b>							
0,7	323	—1,3	2796				
<b>Фарфор [419]</b>							
0,6		—0,3	3410				
4		—0,6	3410				
<b>Слюда [419]</b>							
0,4 <sup>*15</sup>		—3,8	2845				
2 <sup>*15</sup>		—14	2845				
0,8 <sup>*16</sup>		—2,4					
1 <sup>*16</sup>		—2,8					

\*1 Сорт АОХ,  $d_3=15\div 20$  мкм. \*2 Сорт НРА,  $d_3=15\div 20$  мкм. \*3 Сорт УОХ,  $d_3=15\div 20$  мкм. \*4 УОХ+0,5% MgO,  $d_3=15\div 20$  мкм. \*5 УОХ+3% ZrO<sub>2</sub>,  $d_3=15\div 20$  мкм. \*6 Холоднопрессованные +0,6% СаО. \*7 Радиационное изменение плотности MgO эквивалентно изменению объема. \*8 Монокристаллы, поликристаллы. \*9  $E_H > 1,6 \cdot 10^{-17}$  Дж. \*10 Сапфир. \*11 Спеченные. \*12 Кварц. \*13 Кристобалит. \*14 Тридимит. \*15 Облучение в реакторе с водяным замедлителем. \*16 Облучение в реакторе с графитовым замедлителем.

# 7. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ПЕРИОДЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24} \text{ 1/м}^2$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	$\Delta a/a_0, \%$	$\Delta c/c_0, \%$
1	2	3	4
<b>BeO [409, 410, 420, 421]</b>			
1	373	+0,03	+0,22*1
2	373	+0,05	+0,50*1
4	373	+0,10	+1,15*1
6	373	+0,12	+1,85*1
8	373	+0,13	+2,55*1
10	373	+0,13	+3,0*1
5,5	783—813	+0,02	+0,6*2
9	793—823	+0,02	+1,42*2
4,5	853—873	+0,02	+0,51*2
11	843—873	+0,02	+1,2*2
12	943—973	+0,02	+1,0*2
5	348—373	+0,105	+1,6*3
5	348—373	+0,14	+0,5*4
5	348—373	+0,10	+1,4*5
1,9	1173	0	+0,03*6
1,9	1173	0	0,02—0,04*7
4	383	+0,10	+1,00*8
7	383	+0,12	+2,56*9
10	383	+0,13	+2,98*8
10	383	+0,13	+3,26*9
8	923	0	+1,50*8
17	923	0	+2,26*8
43	923	+0,04	+2,09*8
8	1373	0	0*8
19	1373	0	+0,19*8
34	1373	0	0*8
9	923	0	+1,58*9
17	923	+0,01	+1,40*9
29	923	0	+2,12*9
45	923	+0,05	+2,04*9
7	1373	0	0*9
19	1373	0	+0,34*9
34	1373	0	0*9
<b>MgO*10 [412, 415]</b>			
0,2	373	+0,04	—
0,5	373	+0,12	—
0,8	373	+0,17	—
1	373	+0,18	—
1,5	373	+0,195	—
1,8	373	+0,20	—
2,0	373	+0,19	—
2,5	373	+0,16	—
3,0	373	+0,125	—
3,5	373	+0,095	—

1	2	3	4
4,0	373	+0,07	
4,5	373	+0,05	
2,2	673	+0,085	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>*11</sup> [413]</b>			
0,5	373	+0,08	0,08
1,0	373	+0,13	+0,13
1,5	373	+0,18	+0,18
2,0	373	+0,22	+0,22
2,5	373	+0,26	+0,26
3,0	373	+0,28	+0,28
3,5	373	+0,29	+0,32
4,0	373	+0,30	+0,35
5,0	373	+0,32	+0,40
2,8	823	+0,11	+0,11
3,2	873	+0,12	+0,12
2,5	973	+0,07	+0,07
<b>SiO<sub>2</sub><sup>*12</sup> [418]</b>			
0,09		+0,1	+0,03
0,66	373	+2,2	+0,32
<b>TiO<sub>2</sub> [418]</b>			
1,1		0	
<b>ZnO [422]</b>			
4,0	348—373	+0,04	+0,4
<b>ZrO<sub>2</sub> [418, 419]</b>			
0,015	373	-0,39	-1,94 <sup>*13</sup>
1,0		0 <sup>*14</sup>	—
2,0		+0,28 <sup>*14</sup>	—
<b>UO<sub>2</sub> [419]</b>			
0,4		+0,04	—
<b>MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [419]</b>			
1,0		+0,12	—
<b>BeO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [418, 419]</b>			
3,6		+1	—
<b>2BeO·SiO<sub>2</sub> [418, 419]</b>			
3,6		+0,7	—

<sup>\*1</sup> Монокристаллы, порошки. <sup>\*2</sup> Порошки, полученные измельчением спеченных облученных образцов. <sup>\*3</sup> Порошок. <sup>\*4</sup> Компактный. <sup>\*5</sup> Измельченный в порошок после облучения. <sup>\*6</sup> +0,6% CaO, компактный. <sup>\*7</sup> Тот же, что и <sup>\*6</sup>, но измельченный после облучения. <sup>\*8</sup>  $d_2=71\div74$  мкм. <sup>\*9</sup>  $d_3=17\div24$  мкм. <sup>\*10</sup> Монокристаллы и поликристаллы. <sup>\*11</sup> Монокристаллы и поликристаллы. <sup>\*12</sup> Кварц  $a_0=0,4903$  нм,  $c_0=0,5393$  нм. При больших потоках кристаллическая SiO<sub>2</sub> переходит в аморфную. <sup>\*13</sup> Моноклинная  $\Delta b/b_0=-1,2\%$ ;  $\Delta\beta/\beta_0=+0,68\%$ . <sup>\*14</sup> Кубическая стабилизированная.

# 8. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ [408; 409; 411; 413; 415; 416; 418; 419; 423—425]

$\Phi_{\text{бл}} \times 10^{24} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	$\Delta\lambda/\lambda_0, \%$	$\lambda_0 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$	$\Phi_{\text{бл}} \times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	$\Delta\lambda/\lambda_0, \%$	$\lambda_0 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$
<b>BeO</b>				0,34	—	—99,8*13	1000
0,25	373	—14*1	168	0,17	—	+17*14	0,52
0,6	373	—69*1	168	0,41	—	+35*14	0,52
0,25	373	—32*2	197	0,6	—	+100*14	0,52
0,6	373	—80*2	197	<b>TiO<sub>2</sub></b>			
0,15	343—353	—18*3	230	0,6*15	323	—33	6,09
1,2	353—373	—70*3	230	3,0*15	323	—60	6,09
4	343—353	—92*3	230	<b>ZrO<sub>2</sub></b>			
1,2	783	—44*3	230	2,0*15	—	—21	5,05
1,1	893	—19*3	230	<b>MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>			
1,5	933	—22*3	230	0,7	—	—48*16	10,5
2,1	1123	—60*1	—	4,0	—	—95*16	10,5
0,4	348	—80*1	520	<b>2MgO·SiO<sub>2</sub></b>			
1,1	348	—89*1	550	0,6	323	—70*17	10,5
0,4	348	—60*5	500	1,0	323	—76*17	7,5
0,86	348	—73*1	500	2,0	323	—76*17	7,5
1,1	348	—80*1	500	<b>ZrO<sub>2</sub>·SiO<sub>2</sub> [418, 425]</b>			
—	573	—58*7	—	0,5	323	—81*8	5
—	873	—33,7*7	—	<b>Кордиерит</b>			
—	1073	—26,3*7	—	0,5	323	—72*19	3,06
<b>MgO</b>				3	323	—72*19	3,06
0,3	323	—40	—	1	323	—70*9	3,23
0,8	343	—44	—	2	323	—73*9	3,23
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				<b>Стеатит</b>			
0,0015	—	—55*8	6000	0,7	323	—63*20	3,19
0,0089	—	—80*8	6000	1	323	—53*20	2,51
0,02	—	—87*8	6000	2	323	—53*20	2,51
0,05	—	—97*8	6000	<b>Фарфор</b>			
0,6	323	—50*9	25	0,6	—	—52*21	—
6,0	323	—67*9	25	4	—	—68*21	—
0,3	323	—42*10	16,8	<b>Слюда</b>			
4,0	323	—78*10	16,8	0,4	—	—29*22	0,49
1,0	343	—25*11	—	2	—	+47*22	0,49
2,0	523	—67*12	—	<b>Кварцевое стекло</b>			
5,0	523	—78*12	—	2	323	0	—
8,0	523	—80*12	—				
2,0	748	—52*12	—				
5,0	748	—69*12	—				
2,0	973	—33*12	—				
5,0	973	—52*12	—				
<b>SiO<sub>2</sub></b>							
0,00054	—	—40*13	1000				
0,018	—	—95*13	1000				
0,043	—	—98*13	1000				

\*1 Горячепрессованные,  $\rho_0=2740 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=373 \text{ К}$ . \*2  $\rho_0=3006 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=373 \text{ К}$ . \*3  $\rho_0=2950 \div 2980 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=293 \text{ К}$ . \*4 Холоднопрессованные +0,6% CaO,  $\rho_0=2800 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=32 \text{ мкм}$ . \*5  $\rho_{\text{отн}}=98\%$ ,  $d_3=12 \text{ мкм}$ . \*6  $d_3=35 \text{ мкм}$ . \*7 Изменение коэффициента температуропроводности  $\Delta D/D_0$ ,  $D_0=1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\rho_0=2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=5 \text{ мкм}$ , облучение проведено до  $\Delta V/V_0=+0,7\%$ ,  $T_{\text{изм}}=573 \text{ К}$ . \*8 Сапфир,  $T_{\text{изм}}=40 \text{ К}$ . \*9  $\rho_0=3983 \text{ кг/м}^3$ . \*10 Спеченные,  $\rho_0=3559 \text{ кг/м}^3$ . \*11  $T_{\text{изм}}=573 \text{ К}$ . \*12 Спеченные, пористость 8, 25 и 31%. \*13  $\alpha$ -кварц,  $T_{\text{изм}}=10 \text{ К}$ . \*14 Плавленный кварц,  $T_{\text{изм}}=5 \text{ К}$ . \*15  $E_H > 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$ . \*16  $\rho_0=3600 \text{ кг/м}^3$ . \*17  $\rho_0=3056 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=313 \text{ К}$ . \*18  $\rho_0=3730 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=313 \text{ К}$ . \*19  $T_{\text{изм}}=313 \text{ К}$ . \*20  $\rho_0=2796 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=313 \text{ К}$ . \*21  $\rho_0=3410 \text{ кг/м}^3$ . \*22  $\rho_0=2845 \text{ кг/м}^3$ .

# 9. РАДИАЦИОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ

$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{21} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}', \text{ К}$	$\Delta E/E_0, \%$	$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{21} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}', \text{ К}$	$\Delta E/E_0, \%$
1	2	3	1	2	3
<b>BeO [419, 426, 440]</b>			<b>TiO<sub>2</sub> [418]</b>		
0,25	373	-19*1	0,6*7	323	< -5
0,25	373	-40*2	<b>ZrO<sub>2</sub> [418]</b>		
0,6	373	-50*3	0,6*7	323	< -10
0,6	373	-64*4	1,6*7	323	< -10
4,2	373	-71,8*5	<b>2MgO · SiO<sub>2</sub> [418]</b>		
4,2	373	-54,8*6	0,6	—	-21
<b>MgO [408]</b>			0,8	—	-10
0,8	343	-5	1,6	—	-11
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [413; 418]</b>			<b>Кордиерит [418]</b>		
0,6*7	323	< -10*8	0,6	—	-46
1,6*7	323	< -10*8	0,8	—	-22
1,5	343	-3*9	1,6	—	-27
1-10	523-973	-(5-10)*9	<b>Стеатит [418]</b>		
<b>SiO<sub>2</sub> [416, 418, 425, 427]</b>			0,6	—	< -5
0,04	323	-(3,2-16,5)*10	1,6	—	< -5
0,07	328	+1,42*11	<b>ZrO<sub>2</sub> · SiO<sub>2</sub> [418]</b>		
0,6	—	< +5*12	0,6	—	-34
1,6	—	< +45*12	0,8	—	-42
0,04	—	+ (0,66-3,8)*13	1,6	—	-45
2	—	+ (3-4)*13			
0,07	328	-3,8*14			

\*1  $\rho_0=2620 \text{ кг/м}^3$ ,  $E_0^D=243 \text{ ГПа}$  ( $E_0^D$  — динамический модуль упругости до облучения). \*2  $\rho_0=2740 \text{ кг/м}^3$ . \*3  $\rho_0=2704 \text{ кг/м}^3$ ,  $E_0^D=264 \text{ ГПа}$ . \*4  $\rho_0=2902 \text{ кг/м}^3$ ,  $E_0^D=340 \text{ ГПа}$ . \*5  $\rho_{\text{отн}}=95\%$ ,  $d_3=5 \text{ мкм}$ ,  $E_0^{\text{СТ}}=355 \text{ ГПа}$ . \*6  $\rho_0=95\%$ ,  $d_3=5 \text{ мкм}$ ,  $E_0^{\text{СТ}}=365 \text{ ГПа}$ . \*7  $E_H > 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$ . \*8 Поликристаллы и монокристаллы. \*9 Поликристаллы. \*10 Кварц. \*11 Аморфные. \*12 Кварцевое стекло. \*13 Плавные. \*14 Модуль сдвига, аморфные.

# 10. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24} \text{ 1/м}^2$	$T_{\text{обл}} \text{ К}$	$\Delta\sigma/\sigma_0, \%$	$\sigma_0, \text{ МПа}$	$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}} \text{ К}$	$\Delta\sigma/\sigma_0, \%$	$\sigma_0, \text{ МПа}$
1	2	3	4	1	2	3	4
<b>BeO [411, 415, 418, 423, 426, 428, 429]</b>				5,4	373	-74	214 <sup>*20</sup>
При растяжении				2,0	373	-71	261 <sup>*21</sup>
0,06	—	0	65	2,5	373	-81	261 <sup>*21</sup>
0,1	—	+8,3	65	3,0	373	-89	261 <sup>*21</sup>
0,15	—	+23,7	65	4,3	373	-91	261 <sup>*21</sup>
0,6	373	-82	59-83 <sup>*1</sup>	5,0	373	-94	261 <sup>*21</sup>
0,6	373	-94	123 <sup>*2</sup>	5,5	373	-98	261 <sup>*21</sup>
2,2	623-673	-87	102 <sup>*3</sup>	1,7	373	+51	187 <sup>*22</sup>
2,2	623-673	-80	102 <sup>*4</sup>	2,1	373	+28	187 <sup>*22</sup>
2,2	623-673	-93	147 <sup>*5</sup>	2,9	373	+35	187 <sup>*22</sup>
2,2	623-673	-88	91,2 <sup>*6</sup>	3,0	373	+6	187 <sup>*22</sup>
При сжатии				3,5	373	-33	187 <sup>*22</sup>
0,25	373	-23,5	1962	3,6	373	-27	187 <sup>*22</sup>
0,6	373	-77,5	1962	4,0	373	-48	187 <sup>*22</sup>
0,9	373	-98	1962	4,2	373	-30	187 <sup>*22</sup>
2	373	-95	981 <sup>*7</sup>	4,6	373	-46	187 <sup>*22</sup>
2	373	-97	981 <sup>*8</sup>	4,9	373	-38	187 <sup>*22</sup>
2	373	-93	1470 <sup>*9</sup>	5,1	373	-53	187 <sup>*22</sup>
2	373	-98	1470 <sup>*10</sup>	5,2	373	-41	187 <sup>*22</sup>
2,2	673	-(63-76)	1950 <sup>*11</sup>	5,5	373	-53	187 <sup>*22</sup>
2,2	673	-3-+10	560 <sup>*12</sup>	5,8	373	-75	187 <sup>*22</sup>
При изгибе				2,3	373	+175 <sup>*23</sup>	187 <sup>*22</sup>
0,086	373	+11,5	241 <sup>*13</sup>	90	1273	0 <sup>*24</sup>	
2	373	-87,9	241 <sup>*13</sup>	90	1273	-30 <sup>*25</sup>	
3,9	373	-97,4	241 <sup>*13</sup>	<b>MgO [415]</b>			
0,082	373	+7,2	172 <sup>*14</sup>	При сжатии			
3,6	373	-93,2	172 <sup>*14</sup>	2,2	673	+101 <sup>*26</sup>	465
0,074	373	+3	206 <sup>*15</sup>	2,2	673	+120 <sup>*27</sup>	
0,061	373	+7,3	209 <sup>*16</sup>	2,2	673	+17 <sup>*28</sup>	294
3,8	373	-97,7	209 <sup>*16</sup>	2,2	673	+29 <sup>*29</sup>	
0,088	373	+2,2	219 <sup>*17</sup>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [427]</b>			
2,1	373	-62,8	219 <sup>*17</sup>	При изгибе			
0,074	373	+14,5	209 <sup>*18</sup>	1,3	373	-20 <sup>*30</sup>	
5,4	373	-96,7	209 <sup>*18</sup>	1,7	373	+30 <sup>*30</sup>	
1,8	373	-84,6	134 <sup>*19</sup>	2,1	373	+60 <sup>*30</sup>	
1,9	373	-29	214 <sup>*20</sup>	3,5	373	+30 <sup>*30</sup>	
2,4	373	-48	214 <sup>*20</sup>	5,0	373	+60 <sup>*30</sup>	
3,1	373	-45	214 <sup>*20</sup>	2,1	373	+15 <sup>*31</sup>	
4,0	373	-68	214 <sup>*20</sup>	4,2	373	+30 <sup>*31</sup>	
5,0	373	-73	214 <sup>*20</sup>	5,0	373	+25 <sup>*31</sup>	
				<b>SiO<sub>2</sub> [427]</b>			
				0,024	373	+10 <sup>*12</sup>	
				2,0	373	+6 <sup>*32</sup>	

\*1  $\rho_0=2600 \pm 2700 \text{ кг/м}^3$ . \*2  $\rho_0=2840 \pm 2880 \text{ кг/м}^3$ . \*3  $\rho_0=2670 \text{ кг/м}^3$ . \*4  $\rho_0=2740 \text{ кг/м}^3$ . \*5  $\rho_0=2800 \text{ кг/м}^3$ . \*6  $\rho_0=2850 \text{ кг/м}^3$ . \*7  $\rho_0=2520 \text{ кг/см}^3$ . \*8  $\rho_0=2530 \text{ кг/м}^3$ . \*9  $\rho_0=2740 \text{ кг/м}^3$ . \*10  $\rho_0=2800 \text{ кг/м}^3$ . \*11  $\rho_0=2960 \pm 2990 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=293 \text{ К}$ . \*12  $\rho_0=2960 \pm 2990 \text{ кг/м}^3$ ,  $T_{\text{изм}}=1273 \text{ К}$ . \*13  $\rho_0=2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=20 \text{ мкм}$ , сорт порошка BeO-AOX. \*14 Сорт НРА. \*15 НРА+0,5% MgO. \*16 Сорт UOX. \*17 UOX+0,5% MgO. \*18  $\rho_0=2940 \text{ кг/м}^3$ , UOX+3% ZrO<sub>2</sub>. \*19  $\rho_0=2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=50 \text{ мкм}$ , сорт AOX. \*20  $\rho_0=2980 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=9 \text{ мкм}$ , UOX+1% Be. \*21  $\rho_0=2960 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=12 \text{ мкм}$ , UOX+2% Be. \*22  $\rho_0=2920 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=10 \text{ мкм}$ , UOX+0,2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+0,1% SiO<sub>2</sub>. \*23  $d_3=4 \text{ мкм}$ , UOX+0,4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+0,1% SiO<sub>2</sub>. \*24  $\rho_0=2900 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=5 \text{ мкм}$ ,  $\Delta V/V_0=5\%$ . \*25  $\rho_0=2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $d_3=5 \text{ мкм}$ ,  $\Delta V/V_0=3\%$ . \*26  $\rho_{\text{отн}}=95\%$ ,  $T_{\text{изм}}=293 \text{ К}$ . \*27  $\rho_{\text{отн}}=95\%$ ,  $T_{\text{изм}}=673 \text{ К}$ . \*28  $\rho_{\text{отн}}=83\%$ ,  $T_{\text{изм}}=293 \text{ К}$ . \*29  $\rho_{\text{отн}}=83\%$ ,  $T_{\text{изм}}=673 \text{ К}$ . \*30 Спеченные,  $d_3=4 \pm 6 \text{ мкм}$ . \*31 Спеченные,  $d_3=40 \pm 200 \text{ мкм}$ . \*32 Кварцевое стекло.



# 11. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ТВЕРДОСТЬ

$\Phi_{\text{бн}} \cdot 10^{24} \text{ 1/м}^2$	$T_{\text{обл}} \text{ К}$	$\Delta H/H_0, \%$	$H_0, \text{ ГПа}$	Примечание
--	----------------------------	--------------------	--------------------	------------

## BeO [430, 431]

1	373	+25	10,8	$\rho_0 = 2900 \text{ кг/м}^3, d_3 = 20 \div 50 \text{ мкм}$ По Кнуппу при нагрузке 0,981 Н
2	373	+ (27—45)	10,8	
4	373	+ (32—41)	10,8	
6	373	+ (32—41)	10,8	
0,3	373	+13	11	$d_3 = 18 \text{ мкм } \rho_{\text{отн}} = 97\%$ $d_3 = 30 \text{ мкм}$ при нагрузке 0,981 Н
0,3	373	+19,5	11,2	
0,3	373	+30	11,6	$d_3 = 50 \text{ мкм}$ $d_3 = 8 \text{ »}$ $d_3 = 12 \text{ »}$ $d_3 = 20 \text{ »}$ $d_3 = 5 \text{ »}$ $d_3 = 14 \text{ »}$
0,8	373	+18	10,8	
0,8	373	+24,5	10,9	
0,8	373	+35	11	
2,0	373	> +25	—	
2,0	373	+47	10,9	

## MgO [432]

0,4	473	+10	—	Монокристаллы
-----	-----	-----	---	---------------

## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [413, 433]

1,2	343	+17	—	Монокристаллы Микролит, + 0,5% MgO
0,19	473	+6	17	
0,9	473	+2	17	

## SiO<sub>2</sub> [418]

0,5	343	—38	7,85	Кварц, поликристаллы По Кнуппу при нагрузке 0,981 Н
5,0	343	—50	7,85	

## Форстерит [433]

0,19	473	—3	7,8	—
0,9	473	0	7,8	
2,0	473	—10,5	7,8	

## 12. РАДИАЦИОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Оксид	$T_{\text{обл.}}^{\circ}\text{K}$		$T_{\text{изм.}}^{\circ}\text{K}$		До облучения	В процессе или после облучения	Примечание
	1	2	3	4	5	6	

*Удельная проводимость, См/м*

BeO	973	1073	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-6}$	После облучения флюенсом $\Phi_{\text{об}} = 7 \cdot 10^{24} \text{ л/м}^2$ Перед измерением облученный образец был отожжен при 1273 К [409]		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	333	333	$5 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-9}$	В процессе облучения в реакторе при мощности 6 МВт/м <sup>3</sup> образцов, напыленных плазменным методом, $\rho_{\text{отн}} = 85\%$ [434]		
	400	400	$1 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$			
	500	500	$1 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$			
	1000	1000	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$			

*Удельное сопротивление, Ом·м*

BeO	1173	773	—	Уменьшение в $10^2$ — $10^3$ раза	После облучения флюенсом $\Phi_{\text{об}} = 2 \cdot 10^{24} \text{ л/м}^2$ , BeO + 0,6% CaO, холоднопрессованные [409]		
SiO <sub>2</sub>	433	433	$10^{12}$	$8 \cdot 10^7$	При облучении, плотность потока $I_{\text{тн}} = 8 \cdot 10^{16} \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$		
	433	433	$10^{12}$	$1 \cdot 10^{10}$	В тех же условиях, но после набора флюенса $\Phi_{\text{тн}} = 1 \cdot 10^{22} \text{ л/м}^2$ . Кварц [435]		
ZrO <sub>2</sub>	383	383	$4 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^5$	В процессе облучения в реакторе. Плотность потока нейтронов $I_{\text{н}} = 1,3 \cdot 10^{16} \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$ ; ZrO <sub>2</sub> , стабилизированная 10% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [436]		
	500	500	$5 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$			
	667	667	$1,6 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$			

Кордиерит	383 500 667	383 500 667	6,3·10 <sup>10</sup> 9·10 <sup>7</sup> 2·10 <sup>4</sup>	1,6·10 <sup>8</sup> 3,2·10 <sup>7</sup> 2·10 <sup>4</sup>	В процессе облучения в реакторе. Плотность потока нейтронов $I_n = 1,3 \cdot 10^{16}$ 1/(м <sup>2</sup> ·с) [436]
Муллитокорундовая керамика	556 667	556 667	8·10 <sup>10</sup> 1·10 <sup>7</sup>	5·10 <sup>8</sup> 1,8·10 <sup>6</sup>	В процессе облучения в реакторе. Плотность потока нейтронов $I_n = 1,3 \cdot 10^{16}$ 1/(м <sup>2</sup> ·с) [436]
<i>Сопротивление, Ом</i>					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	523	—	2·10 <sup>14</sup>	2·10 <sup>12</sup>	После облучения флюенсом $\Phi_n = 2 \cdot 10^{22}$ 1/м <sup>2</sup> ( $\Phi_n$ — флюенс тепловых нейтронов)
	673	—	10 <sup>10</sup>	10 <sup>8</sup>	В процессе облучения нейтронами [418]
	—	—	10 <sup>12</sup>	10 <sup>7</sup>	В процессе облучения протонами $E_n = 8 \cdot 10^{-17}$ Дж, сила тока $I_n = 0,3$ мА [418]
	303	303	—	Уменьшение на 20%	После облучения электронами $E_e = 4 \cdot 10^{-13}$ Дж [418]
MgO	673	—	—	Нет изменений	После облучения флюенсом $\Phi_n = 3,5 \cdot 10^{22}$ 1/м <sup>2</sup> [418]
	—	—	7·10 <sup>10</sup>	10 <sup>6</sup>	В процессе облучения протонами $E_n = 8 \cdot 10^{-17}$ Дж, сила тока $I_n = 0,3$ мА. После облучения сопротивление восстанавливается [418]
<i>Диэлектрическая проницаемость</i>					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	323	293	9,2±0,1	9,0±0,1	Измерения проведены на поликристаллах, облученных флюенсами $2 \cdot 10^{21}$ , $6 \cdot 10^{21}$ , $2 \cdot 10^{23}$ и $5 \cdot 10^{23}$ Па, частота $f_{изм} = 1$ МГц [417]
	323	293	9,2±0,1	8,9±0,1	
	323	293	9,2±0,1	8,4±0,1	
	323	293	9,2±0,1	8,3±0,1	

1	2	3	4	5	6
$\text{SiO}_2$	323 323 323	293 293 293	$3,8 \pm 0,1$ $3,8 \pm 0,1$ $3,8 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,1$ $3,6 \pm 0,1$ $3,6 \pm 0,1$	Измерения проведены на образцах кварца, облученных флюенсами: $6 \cdot 10^{20}$ , $6 \cdot 10^{21}$ и $5 \cdot 10^{23} \text{ 1/м}^2$ , частота $f_{\text{изм}} = 1 \text{ МГц}$ [417]
<i>Диэлектрические потери, tgδ</i>					
$\text{Al}_2\text{O}_3$	323 323 323 323	293 293 293 293	$(0,3 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,3 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,3 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,3 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$	$(0,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(4,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$ $(2,0 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ $(1,0 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$	Измерения проведены на поликристаллах, облученных флюенсами: $2 \cdot 10^{21}$ , $6 \cdot 10^{21}$ , $2 \cdot 10^{23}$ и $5 \cdot 10^{23} \text{ 1/м}^2$ ; частота $f_{\text{изм}} = 1 \text{ МГц}$ [417]
$\text{SiO}_2$	323 323 323 323	293 293 293 293	$(0,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(0,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$	$(0,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$ $(6 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$ $(14 \pm 1) \cdot 10^{-4}$ $(18 \pm 1) \cdot 10^{-4}$	Измерения проведены на образцах кварца, облученных флюенсами: $2 \cdot 10^{21}$ , $6 \cdot 10^{21}$ , $2 \cdot 10^{23}$ и $5 \cdot 10^{23} \text{ 1/м}^2$ ; частота $f_{\text{изм}} = 1 \text{ МГц}$ [417]
<i>Диэлектрическая прочность, В/м</i>					
$\text{Al}_2\text{O}_3$	323	293	$5,6 \cdot 10^8$	$2,3 \cdot 10^8$	После облучения γ-лучами. Поглощенная доза $D_{\text{п}} = 10^7 \text{ Дж/кг}$ . Образцы спеченные, состав: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\% \text{ SiO}_2$ [417]
<i>Энергия активации проводимости, Дж</i>					
$\text{BeO}$	1173	773	$2,63 \cdot 10^{-19}$	$4,32 \cdot 10^{-19}$	После облучения нейтронами, флюенс $\Phi_{\text{он}} = 2 \cdot 10^{24} \text{ 1/м}^2$ . Образцы холоднопрессованные, состав: $\text{BeO} + 0,6\% \text{ CaO}$ [409]

### 13. ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Оксид	$\Phi_{\text{обл}}' \times 10^{24}, \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}, \text{ К}$	До облучения	После облучения	Примечание
-------	--	-----------------------------	--------------	-----------------	------------

#### Цвет

BeO	3,7	373	Бесцветный	Красно-бурый	Монокристалл [437]
	0,08	373	»	Светло-коричневый	Монокристалл [409]
	6,5	373	»	Почти черный	[409]
MgO	2,2	673	Белый	Фиолетово-черный	$\rho_{\text{отн}} = 95,5\%$ [415]
	2,2	673	»	Серо-черный	$\rho_{\text{отн}} = 83\%$ [415]
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	303	Бесцветный	Темно-коричневый	Сапфир [439]

#### Коэффициент преломления

			$n_{p_0}$	$n_{q_0}$	$n_p$	$n_q$	
BeO	10	373	1,719	1,733	1,698	1,718	Монокристаллы [438]
	15	393	1,719	1,733	1,700	1,712	
	18	393	1,719	1,733	1,694	1,708	
	28	393	1,719	1,733	1,694	1,708	
	11	713	1,719	1,733	1,709	1,722	
	21	1100	1,719	1,733	1,709	1,722	
	23	1217	1,719	1,733	1,709	1,722	
	21	1238	1,719	1,733	1,709	1,722	
SiO <sub>2</sub>	0,5	323	1,545	1,555	1,530		Кварц. После об- лучения $n_p = n_q$ [418]
	1,0	323	1,545	1,555	1,500		
	2,0	323	1,545	1,555	1,469		
	4,0	323	1,545	1,555	1,4675		
	0,1	323		1,460	1,465		Аморфные, $n_p = n_q$ [418]
	0,5	323		1,460	1,470		
	1,0	323		1,460	1,469		
	4,0	323		1,460	1,467		

# 14. ЗАПАСЕННАЯ ЭНЕРГИЯ

$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{24} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}' \text{ К}$	$E_3, \text{ кДж/кг}$	$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}' \text{ К}$	$E_3, \text{ кДж/кг}$
<b>BeO [408]</b>			2,2	673	75,3
0,06	373	$13,4 \pm 2,9$	4,8	648	$85,3 \pm 50$
0,3	373	$30,1 \pm 9,2$	7,5	797	$60,2 \pm 36,8$
0,4	373	$33,4 \pm 16,3$	10	813	$219 \pm 18,4$
0,7	373	53,4	<b>MgO [408]</b>		
1,4	373	109—142	0,8	343	71,8
2,8	373	205—268	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [408]</b>		
4,2	373	293—368	1,2	343	$104 \pm 8,4$
2,2	673	60—113			

# 15. ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ

$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{24} \text{ л/м}^2$	$T_{\text{обл}}' \text{ К}$	Логарифмический декремент затухания		$\Phi_{\text{бн}}' \times 10^{24} \text{ Па}$	$T_{\text{обл}}' \text{ К}$	Логарифмический декремент затухания	
		до облу- чения	после облучения			до облу- чения	после облучения
BeO [418]				1,30	373	0,002	0,003*2
1,24	373	0,009	0,028*1	1,78	373	0,003	0,087
1,61	373	0,004	0,006	1,82	373	0,002	0,125
1,75	373	0,003	0,125	2,12	373	0,003	0,120
1,96	373	0,006	0,102	2,17	373	0,001	0,086
2,00	373	0,004	0,090	2,25	373	0,002	0,139
2,09	373	0,002	0,172				

\*<sup>1</sup> Сорт порошка АОХ. \*<sup>2</sup> Сорт порошка УОХ+0,5% MgO.

# 16. РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

$\Phi_{\text{бн}} \times 10^{24} \text{ 1/м}^2$	$T_{\text{обл}} \text{ К}$	Характеристика дефектов	
1	2	3	
BeO			
0,28	373	$1,0 \cdot 10^{26}$ деф/м <sup>3</sup>	Плотность атомных дефектов [деф] решетки (вакансий или внедренных атомов), рассчитанная по данным измерений рассеяния тепловых нейтронов в предположении, что все дефекты являются одиночными [441]
0,58	373	$4,8 \cdot 10^{26}$ деф/м <sup>3</sup>	
1,8	373	$8,0 \cdot 10^{26}$ деф/м <sup>3</sup>	
6,8	373	$4,1 \cdot 10^{27}$ деф/м <sup>3</sup>	
0,65	373	$5 \cdot 10^{22}$ ск/м <sup>3</sup>	Плотность скоплений [ск] дефектов, определенная методом просвечивающей электронной микроскопии [409]
1,8	373	$5 \cdot 10^{22}$ »	
3,0	373	$3 \cdot 10^{22}$ »	
0,65	373	2 нм	Средний диаметр скоплений, определенный методом просвечивающей электронной микроскопии [409]
1,8	373	3 »	
3,0	373	7 »	
15	373	7 »	
1	373	$1,5 \cdot 10^{24}$ ск/м <sup>3</sup>	Плотность скоплений точечных дефектов, рассчитанная по данным измерений теплопроводности при низких температурах в предположении, что скопления являются плоскими [409]
2	373	$1,5 \cdot 10^{24}$ ск/м <sup>3</sup>	
10	373	$2,5 \cdot 10^{24}$ ск/м <sup>3</sup>	
2	373	7—10 нм	Средний диаметр скоплений, определенный методами просвечивающей электронной микроскопии и рентгенографического анализа. При повышенных температурах облучения скопления представляют собой дислокационные петли внедренного типа [420]
2	373	20—25 »	
2	1073	30—40 »	
3	1273	Дислокационные петли внедренного типа в базисных плоскостях {0001} средним диаметром 40—50 нм. Дислокационные петли внедренного типа в призматических плоскостях {1120} с вектором Бюргерса $a/3 <11\bar{2}0>$ средним диаметром 50—60 нм. Число базисных петель намного превышает число призматических петель	
11	1273	С увеличением степени облучения до $1,1 \cdot 10^{25}$ 1/м <sup>2</sup> средний диаметр базисных дислокационных петель увеличивается до 100 нм, призматических — до 100—200 нм	

1	2	3
25	1273	При дальнейшем повышении степени облучения число призматических дислокационных петель уменьшается и при флюенсе $2,5 \cdot 10^{25}$ $1/\text{м}^2$ они полностью исчезают. Появляются трубноподобные пустоты с правильной гексагональной огранкой длиной до 300 нм и диаметром до 100 нм. Определено методом просвечивающей электронной микроскопии [442]

### MgO

1	373	Концентрация вакансий (междоузельных атомов) составляет $\sim 0,19\%$ . Одна вакансия уменьшает объем кристалла на $\sim 0,4 v$ , где $v$ — атомный объем, один внедренный атом вызывает увеличение объема кристалла на $\sim 3 v$ . Рассчитано по данным измерений плотности и периодов кристаллической решетки [412]
0,3	423	Плотность скоплений [ск] точечных дефектов составляет $10^{23} - 4 \cdot 10^{23}$ $\text{ск}/\text{м}^3$ . Средний диаметр скоплений 2—5 нм. Интегральная площадь скоплений $2 \cdot 10^6$ $1/\text{м}$ . Отжиг при температурах выше 1073 К вызывает увеличение размеров скоплений и снижение их плотности до $5 \cdot 10^{22}$ $\text{ск}/\text{м}^3$ . При этом скопления разрешаются как дислокационные петли внедренного типа в плоскостях $\{110\}$ с вектором Бюргерса в направлении $\langle 110 \rangle$
4,3	423	С увеличением флюенса нейтронов до $4,3 \cdot 10^{24}$ Па размеры и плотность скоплений возрастают настолько, что они начинают взаимодействовать, в результате чего образуется сетка дислокаций. Определено методом просвечивающей электронной микроскопии [443]
4,5	373	Блочная субструктура, образованная в результате взаимодействия дислокационных петель. Размер блоков примерно одинаков по направлениям $\langle 100 \rangle$ , $\langle 110 \rangle$ и $\langle 111 \rangle$ и составляет $\sim 50$ нм. Определено методом гармонического анализа рентгеновских дифракционных линий [444]

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

0,2	423	Средний диаметр скоплений точечных дефектов 1,5 нм.
1—4	423	2—10 нм
1—5	423	5—7,5 нм. Дислокационные петли в плоскостях $\{1010\}$ диаметром от 5 до 60 нм



1	2	3
1	823	Дислокационные петли внедренного типа в призматических {1010} и базисных {0001} плоскостях диаметром 15—50 нм
4	1273	Дислокационные петли диаметром 30—50 нм; поры диаметром 5—20 нм, плотностью $10^{20}$ — $10^{21}$ пор/м <sup>3</sup> [408]

## 17. РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ

$\Phi \times 10^{24}$ 1/м <sup>2</sup>	$T_{обл}$ К	Характеристика образцов и характер повреждения
1	2	3

### BeO

2,5	348— 373	Горячепрессованные, $\rho_{отн}=97 \div 98\%$ , $d_3=12 \div 15$ мкм Сильное микрорастрескивание по границам зерен
5	773— 973	Сильное микрорастрескивание по границам зерен. Резкое увеличение открытой пористости [409]
5	348— 373	Холоднопрессованные, $\rho_{отн}=96 \div 98\%$ , $d_3=8 \div 12$ мкм Заметное микрорастрескивание
9—12	773— 973	Заметное микрорастрескивание [409]
10	348— 373	Холоднопрессованные, $\rho_{отн}=95 \div 97\%$ , $d_3=2 \div 3$ мкм Микрорастрескивание не обнаружено
14	348— 373	Сильное микрорастрескивание [409]
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2700$ — $2920$ кг/м <sup>3</sup> , $\alpha_3=$ $=20 \div 72$ мкм
10 20	373 373	Заметное макрорастрескивание Разрушение с образованием порошка [409]
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2700$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=20$ мкм
12 20	923 1373	Незначительное разрушение То же
20—35	923	Значительное разрушение [409]

1	2	3
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2700$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=34\div 60$ мкм
17	923	Значительное разрушение
19—38	1373	То же
35	923	Разрушение с образованием порошка [409]
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2900$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=24$ мкм
19—26	923	Значительное разрушение
20—33	1373	То же
25	923	Разрушение с образованием порошка [409]
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2900$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=72$ мкм
14—30	923	Разрушение с образованием порошка
14—16	1373	Незначительное разрушение
16—36	1373	Значительное разрушение [409]
		Горячепрессованные, $\rho_0=2970\text{—}3000$ кг/м <sup>3</sup>
0,25	373	Потеря прочности при сжатии 25%
0,6	373	Потеря прочности при сжатии 75%
0,9	373	Сильное микрорастрескивание, потеря прочности 97%
2,0	373	Разрушение с образованием порошка
2,2	673	Потеря прочности при сжатии 60—75% [415]
		Холоднопрессованные, $\rho_0=2900$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=20$ мкм
2,0	373	Потеря прочности при изгибе 63—85%
4,0	373	Потеря прочности при изгибе 95% [415]
		Холоднопрессованные, +0,6% СаО, $\rho_0=2860$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=33\div 42$ мкм
2,0	1173	Потеря прочности при сжатии 41—91% [409]
		Литые, $\rho_{отн}=97\%$ , $d_3=30\div 40$ мкм
1,0	373	Начало микрорастрескивания
4,0	373	Разрушение с образованием порошка [445]
		Холоднопрессованные, +0,25% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , $\rho_{отн}=93,5\%$ , $d_3=35$ мкм
5	373	Микрорастрескивание по границам зерен
7	373	Сильное разрушение
10	373	Полное разрушение [445]
		Литые, +0,5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , $\rho_{отн}=93,5\%$ , $d_3=35$ мкм
5	373	Начало микрорастрескивания
20	373	Разрушение образцов на отдельные части [445]

1	2	3
		Горячепрессованные, $\rho_{отн}=95,5\div 98,5\%$ , $d_3=3\div 5$ мкм
40	373	Разрушение с образованием порошка [445]
		Литые, $+3\%$ $Al_2O_3$ , $SiO_2$ , $CaO$ ; $\rho_{отн}=96\%$ , $d_3=80\div 100$ мкм
3	373	Микрорастрескивание не обнаружено [445]
		Горячепрессованные, $+1\%$ Be, $\rho_0=2950$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=9$ мкм
1	373	Микрорастрескивание, нет потери прочности
1,9	373	Потеря прочности 29% [428]
		Горячепрессованные, $+2\%$ Be, $\rho_0=2960$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=12$ мкм
1	373	Микрорастрескивание, нет потери прочности
2	373	Потеря прочности 71% [428]
		Холоднопрессованные, $+0,2\%$ $Al_2O_3$ , $+0,1\%$ $SiO_2$ , $\rho_0=2920$ кг/м <sup>3</sup> , $d_3=10$ мкм
2	373	Начало микрорастрескивания
2,9	373	Нет потери прочности
3,6	373	Потеря прочности 17—23% [428]
		Холоднопрессованные, $\rho_{отн}=97\%$
0,3	373	$d_3=50$ мкм, начало микрорастрескивания
0,8	373	$d_3=25$ мкм, начало микрорастрескивания
2,2	373	$d_3=16$ мкм, начало микрорастрескивания [431]
		Холоднопрессованные, $d_3=5$ мкм
90	1273	$\rho_0=2900$ кг/м <sup>3</sup> , нет потери прочности
90	1273	$\rho_0=2600$ кг/м <sup>3</sup> , потеря прочности 20—40% [411]
<b>MgO [408]</b>		
		Монокристаллы, поликристаллы
1—10	373	Охрупчивание, нет признаков разрушения
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
		Монокристаллы, поликристаллы
5	373	Нет признаков разрушения
11	523	» » »
11	748	» » » [408]

1	2	3
		Выдавленные, пористость 31%; прокатанные, пористость 25%
1,4	973	Разрушение [408]
		Прессованные, пористость 8%
5,6	973	Нет растрескивания
10	973	Растрескивание [408]
		Спеченные, $\rho_{отн}=99,8\%$
23	873	Микрорастрескивание
47	873	Макрорастрескивание [414]

1. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Наименование окисла	Температура, °C	Характер взаимодействия
1	2	3
$H_2O$ [1]		
Алюминия фос- фид	—	Взаимодействует с выделением фосфина
Аргон, криптон, ксенон	—	Взаимодействует при сжатии до 15 МПа над переохлажденной водой с образованием кристаллогидратов $x \cdot 6H_2O$
Бром	20	Взаимодействует по реакции $H_2O + Br_2 = HOBr + HBr$
Висмут хлорид	100	Взаимодействует с образованием хлор-окиси висмута $BiOCl$
Гидриды щелоч- ных металлов	20	Взаимодействует по реакции $MeH + H_2O = MeOH + H_2$
Кальция фосфид	—	Взаимодействует с выделением фосфина
Кислород в ато- марном состоя- нии	—	Взаимодействует с образованием перекиси
Метан	760—800	Взаимодействует на катализаторе (Ni или Co) по реакции $2H_2O + CH_4 = CO_2 + 4H_2$
»	1200—1400	Взаимодействует по реакции $H_2O + CH_4 = CO + 3H_2$
Окислы кислотные	—	Взаимодействуют, растворяясь с образованием кислот
Окислы основные	—	Взаимодействуют, растворяясь с образованием щелочей
Соли	—	Взаимодействуют, растворяясь с образованием гидратов с разным количеством молекул воды
Сурьмы трехокись	20	Взаимодействует с образованием хлорокиси сурьмы $SbOCl$
Углерода окись	450	Взаимодействует на железном катализаторе по реакции $H_2O + CO = CO_2 + H_2$
Фосфор	—	Взаимодействует при нагревании под давлением в присутствии катализатора по реакции $6H_2O + 2P = 2HPO_3 + 5H_2$
Фтор	20	Взаимодействует с выделением атомарного кислорода, молекул $O_2$ , $O_3$ , $H_2O$ и $F_2O$

1	2	3
Хлор	20	Взаимодействует по реакции $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 = \text{HOCl} + \text{HCl}$
»	100	Взаимодействует по реакции $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 = 4\text{HCl} + \text{O}_2$
$\text{H}_2\text{O}_2$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Гидроокиси металлов	—	Взаимодействуют с образованием перекисей $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Me}(\text{OH})_2 = \text{MeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Гидроокиси щелочных металлов	—	Способствуют восстановительному распаду по схеме $\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H} + \text{O}_2$
Железо сернистое закисное	—	Взаимодействует, окисляясь до сульфата трехвалентного железа
Золота соли (растворы)	—	Взаимодействуют с выделением металлического золота
Иод + аммиак (10%-ный раствор)	—	Взаимодействует с образованием иодистого аммония
Калий марганцевоокислый	—	Взаимодействует в кислой среде по реакции $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
Калий сернокислый	—	Растворяется в количестве 96,2 г на 100 г $\text{H}_2\text{O}_2$
Калий хлористый	—	Растворяется в количестве 63,3 г на 100 г $\text{H}_2\text{O}_2$
Кислоты (растворы)	—	Взаимодействуют, вызывая окислительный распад по схеме $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$
Кислота азотистая	—	Взаимодействует, окисляясь до азотной кислоты
Кислота иодистоводородная	—	Взаимодействует с образованием свободного иода
Кислота мышьяковистая	—	Взаимодействует, окисляясь до мышьяковой кислоты
Кислота сернистая	—	Взаимодействует, окисляясь до серной кислоты
Кислота хлорсульфоновая	—	Взаимодействует с образованием пероксимонсерной кислоты: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HSO}_3\text{Cl} = \text{H}_2\text{SO}_5 + \text{HCl}$ или надсерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$
Свинец сернистый	—	Взаимодействует, окисляясь до сернокислого свинца
Натрий азотнокислый	—	Растворяется в количестве 30,9 г на 100 г $\text{H}_2\text{O}_2$
Натрий сернокислый	0	Растворяется в количестве 26,7 г на 100 г $\text{H}_2\text{O}_2$

1	2	3
Натрий хлористый	0	Растворяется в количестве 20,5 г на 100 г $H_2O_2$
Озон	—	Взаимодействует по реакции $H_2O_2 + O_3 = H_2O + 2O_2$
Ртуть окись	—	Взаимодействует, восстанавливаясь до металлической ртути
Серебра закись	—	Взаимодействует, вызывая восстановительный распад по реакции
Серебра окись	—	$H_2O_2 + Ag_2O = 2Ag + H_2O + O_2$ Взаимодействует, восстанавливаясь до металлического серебра
Свинец сернистый	—	Взаимодействует, окисляясь до сернокислого свинца

### $D_2O$ [1]

Алюминий сернистый	—	Взаимодействует с образованием сернистого дейтерия
Иод + фосфор	—	Взаимодействует по реакции $4D_2O + P + 5/2I_2 = 5DI + D_3PO_4$
Кремний хлористый	—	Взаимодействует с образованием хлористого дейтерия
Магний хлористый	600	То же
Магний, натрий	—	Взаимодействует с выделением дейтерия
Магния нитрид	400	Взаимодействует с образованием дейтероаммиака
Серный ангидрид	—	Взаимодействует с образованием дейтеросерной кислоты
Фосфор трехбромистый	—	Взаимодействует по реакции $3D_2O + PBr_3 = 3DBr + D_3PO_3$
Фосфорный ангидрид	—	Взаимодействует с образованием дейтероортофосфорной кислоты

### $Li_2O$ [1; 446 т. 1; 448 т. 1; 449; 450 т. 2]

Алюминий, кремний, магний	900—1100	Взаимодействует в присутствии окиси кальция по реакциям $3Li_2O + CaO + 2Al = 6Li +$ $+ CaO \cdot Al_2O_3$ и $2Li_2O + 2CaO + Si =$ $= 4Li + 2CaO \cdot SiO_2$
Воздух	—	Взаимодействует с образованием карбоната лития
Вода	—	Взаимодействует с образованием гидроокиси
Водород	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $LiOH$ и $LiH$
Углерод, углерода окись	—	Взаимодействуют, слабо восстанавливая
Оксиды металлов	—	Взаимодействуют с образованием эвтектических сплавов

1	2	3
---	---	---

BeO [446 т. 1; 448 т. 1; 449]

Бор	—	Взаимодействует при высокой температуре с образованием борида
Бром и иод	—	Не взаимодействуют
Вода	—	» »
Гелий (жидкий)	1000	» »
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Не взаимодействуют
Гидроокиси щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием бериллатов $Me_2BeO_2$
Калий дисульфат	—	Взаимодействует по реакции $BeO + 2KHSO_4 = BeSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
Кислоты (растворы)	—	Не взаимодействуют
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием фторида
Кремний	—	Взаимодействует при высокой температуре с образованием силицида
Углерод	1900	Взаимодействует с образованием карбида $Be_2C$
Углерод четыреххлористый	—	Взаимодействует с образованием безводного хлорида
Фтор и фториды	20	Взаимодействуют
Хлор	800	Взаимодействует в присутствии угля $BeO + Cl_2 + C = BeCl_2 + CO$

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 448, т. 1; 450, т. 2; 451]

Азот	1700	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием нитрида бора
Аммиак	1200	Взаимодействует в присутствии угля, хлористого аммония, цианамиды кальция, амида натрия с образованием нитрида бора
Аммоний хлористый	300	Взаимодействует с образованием нитрида бора
Ангидрид серный	—	Взаимодействует при длительном нагревании с образованием соединения $SO_3 \cdot B_2O_3$
Вода	20	Взаимодействует, растворяя с образованием борной кислоты
Калий, кальций, натрий цианистые	2000	Взаимодействуют с образованием нитрида бора



1	2	3
Калия тетрафтороборат	600	Взаимодействует по реакции $2B_2O_3 + KBF_4 = BF_3 + KF \cdot B_4O_6$
Кальций хлористый, кальций бромистый	—	Взаимодействуют с образованием хлоро- и бромоборатов кальция
Кислота фтористоводородная и фториды металлов	—	Взаимодействуют с образованием $BF_3$
Натрий хлористый, бромистый, иодистый	250	Взаимодействуют по реакции $2B_2O_3 + 2NaI + 1/2O_2 = Na_2B_4O_7 + I_2$
Натрия тетрафтороборат + кислота серная	—	Взаимодействуют по реакции $B_2O_3 + 6NaBF_4 + 6H_2SO_4 = 8BF_3 + 6NaHSO_4 + 3H_2O$
Окиси щелочных и щелочноземельных металлов	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих боратов
Сера, сероводород	1000	Не взаимодействуют
Сероуглерод	—	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием сульфида бора
Углерод	2000	Взаимодействует с образованием карбида $B_4C$
Фтор	—	Взаимодействует с образованием $BF_3$
Хлор, бром, иод	1000	Не взаимодействуют
Хлор, бром	600	Взаимодействуют в присутствии углерода с образованием $BCl_3$ и $BBr_3$

CO [1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Аммиак	500	Взаимодействует в присутствии $ThO_2$ с образованием цианистого водорода
Бром	—	Взаимодействует с образованием карбонилбромфторида $COBrF$
Вода	20	Не взаимодействует. При повышенных температурах и давлении взаимодействует с образованием муравьиной кислоты
Водяной пар	До 830	Взаимодействует по реакции $H_2O + CO = CO_2 + H_2$
Водород	250	Взаимодействует в присутствии никеля по реакции $CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$
Воздух, кислород	700	Взаимодействует, окисляя до углекислого газа
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	120	Взаимодействуют при давлении 50 Па с образованием формиатов $Me(CO_2H)$

1	2	3
Железо, никель, кобальт	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием карбониллов металлов
Иод пятифтористый	—	Взаимодействует по реакции $3\text{CO} + \text{IF}_5 = \text{COIF} + 2\text{COF}_2$
Иода пятиокись	—	Взаимодействует по реакции $5\text{CO} + \text{I}_2\text{O}_5 = 5\text{CO}_2 + \text{I}_2$
Калий	80	Взаимодействует с образованием калийной соли гексаоксибензола $\text{K}_6(\text{CO})_6$
Калий бихромат	—	Взаимодействует в присутствии солей ртути, окисляя
Калий марганцевоокислый	—	Взаимодействует в присутствии мелкораздробленного серебра, окисляя
Кальция карбид	—	Взаимодействует при нагревании с образованием карбоната
Кислоты	—	Не взаимодействуют
Металлы щелочные, растворенные в аммиаке жидком	—	Взаимодействуют с образованием карбониллов щелочных металлов
Медь полухлористая	—	Взаимодействует в солянокислом или аммиачном растворах с образованием $\text{CuCl} \cdot \text{CO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Окислы металлов	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливаясь до металлов
Палладия хлорид (раствор)	20	Взаимодействует по реакции $\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{Pd} + 2\text{HCl}$
Сера	—	Взаимодействует при нагревании с образованием сероокиси углерода $\text{COS}$
Селен	780	Взаимодействует с образованием селеноокиси углерода $\text{COSe}$
Соли золота, платины	20	Взаимодействуют, восстанавливаясь до металла
Соли металлов	—	Взаимодействуют с образованием комплексных соединений
Фтор	—	Взаимодействует с образованием четыреххлористого углерода $\text{CF}_4$ или фтороокиси углерода $\text{COF}_2$
Хлор	20	Взаимодействует на прямом солнечном свете с образованием хлорокиси углерода $\text{COCl}_2$
Хлор однофтористый	—	Взаимодействует с образованием карбонилхлорфторида $\text{COCIF}$
Щелочных металлов метилаты	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием ацетатов

I	2	3
<b>CO<sub>2</sub></b> [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Аммиак	20	Взаимодействует с образованием карбаминовоокислого аммония $\text{CO}(\text{NH}_2)(\text{ONH}_4)$
Вода	20	Взаимодействует с образованием угольной кислоты
Гидроксиды щелочных металлов	20	Взаимодействуют с образованием углекислых солей
Калий, магний, цинк	При нагревании	Взаимодействуют с образованием углекислых солей
Углерод	800	Взаимодействует с образованием окиси углерода
<b>N<sub>2</sub>O</b> [1; 447, т. 2; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Аммиак	—	Взаимодействует по реакции $3\text{N}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = 4\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
Вода	20	Растворяет 0,629 объема газа в одном объеме воды, химически не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует по реакции $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , при соприкосновении с пламенем дает вспышку
Кислород	—	Не взаимодействует
Натрия амид	—	Взаимодействует с образованием азиды натрия
<b>NO</b> [1, 448, т. 1; 450, т. 1]		
Бром, хлор, фтор	—	Взаимодействуют с образованием нитрозигалогенидов NOI
Железо сернокислое (закисное)	—	Взаимодействует с образованием нитрозосульфата
Вода	—	Незначительно растворяет
Азот двуокись	—	Взаимодействует с образованием N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Водород	—	Взаимодействует по реакции $2\text{NO} + 2\text{H}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Натрий	150—170	Взаимодействует с образованием нитрозила натрия NaNO
Натрий хлористый (насыщенный раствор)	—	Не взаимодействует
Окислители (CrO <sub>3</sub> , HMnO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> и др.)	—	Взаимодействуют, окисляя до HNO <sub>3</sub>
Олово двуххлористое	—	Взаимодействует в солянокислом растворе с образованием гидроксиламина и аммиака

1	2	3
Серы двуокись	—	Взаимодействует, восстанавливая до закиси азота в присутствии воды, под высоким давлением взаимодействует по реакции $2\text{NO} + 2\text{SO}_2 = 2\text{SO}_3 + \text{N}_2$
Сероводород	—	Взаимодействует по реакции $2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{S} = \text{N}_2 + 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
Тетрафторгидразин	—	Взаимодействует с образованием соединения $\text{F}_2\text{N} \cdot \text{NO}$
Хрома двухвалентного соли	—	Взаимодействуют, восстанавливая в нейтральном растворе до аммиака, в кислом растворе до гидросиламина
$\text{N}_2\text{O}_3$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Аммиак	—	Взаимодействует при сильном охлаждении с образованием нитрозамида $\text{NH}_2\text{NO}$
Вода	—	Взаимодействует с образованием азотистой кислоты, быстро разлагающейся с образованием азотной кислоты
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием нитритов
Серная кислота	—	Взаимодействует с образованием бисульфата нитрозония $\text{NOHSO}_4$
Кислота тетрабромфторная	—	Взаимодействует с образованием нитразилтетрафторбората $\text{NOBF}_4$
Меди окись	—	Взаимодействует, будучи раскаленным с выделением азота
$\text{NO}_2$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Аммиак (жидкий)	—	Взаимодействует со взрывом
Вода	20	Взаимодействует по реакции $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
Вода в присутствии избытка кислорода	—	Взаимодействует по реакции $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	20	Взаимодействует по реакции $2\text{NO}_2 + 2\text{MeOH} = \text{MeNO}_3 + \text{MeNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Фтор	—	Взаимодействует с образованием газообразного фтористого нитропила $\text{NO}_2\text{F}$
$\text{N}_2\text{O}_5$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Вода	20	Взаимодействует с образованием азотной кислоты
Водорода перекишь (100%)	80	Взаимодействует с образованием взрывчатого вещества — надазотной кислоты

1	2	3
---	---	---

**OF<sub>2</sub>** [1; 448, т. 1; 450, т. 1; 452]

Вода	—	Не взаимодействует, растворимость составляет 7 объемов на 100 объемов H <sub>2</sub> O
Водяной пар	—	Взаимодействует со взрывом по реакции $\text{OF}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HF} + \text{O}_2$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют, разлагая

**Na<sub>2</sub>O** [446, т. 1; 450, т. 2]

Аммиак	газо-	20	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{NaNH}_2 + \text{NaOH}$
образный			
Вода		20	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$
Водород		180	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{NaH} + \text{NaOH}$
Кислород		400	Взаимодействует с образованием Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Иод		—	Взаимодействует при нагревании с образованием NaI
Углерода	дву-	20	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$
окись			
Сера		—	Взаимодействует при нагревании с образованием Na <sub>2</sub> S
Фтор, хлор		—	Взаимодействуют при нагревании с образованием NaF и NaCl

**Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 2]

Вода	—	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$
Висмута окись	600	Взаимодействует с образованием висмутата натрия $\text{NaBiO}_3$
Иод	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Na}_2\text{O}_2 + 3\text{I}_2 = 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + \text{O}_3$
Спирт	0	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaOOH}$
Углерод	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{C} = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}$
Углерода      дву- окись	—	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 1/2\text{O}_2$
Углерода      окись	—	Взаимодействует по реакции $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} = \text{Na}_2\text{CO}_3$
Сера	—	Взаимодействует
Эфир,      уксусная кислота,      нитро- бензол	—	Взаимодействуют со вспышкой

1	2	3
---	---	---

**MgO [1; 446, т. 1]**

Азот + пары се-роуглерода	800	Взаимодействуют с образованием сульфида MgS
Воздух	—	Не взаимодействует
Вода	—	Взаимодействует медленно с образованием гидрата окиси
Влага воздуха, углерода двуокись	—	Взаимодействуют с образованием основного карбоната магния
Кислоты	—	Взаимодействуют, растворяя
Магния хлорид (30% раствор)	—	Взаимодействует с образованием оксихлорида $Mg_2OCl_2$
Оксиды трехвалентных металлов	—	При сплавлении взаимодействуют с образованием $Mg(M_2O_4)$
Металлы (калий, натрий), кремний, ферросилиций, карбид кальция	—	При высокой температуре взаимодействуют, восстанавливая
Углерод	—	Взаимодействует с образованием карбида
Хлор + углерода окись	750	Взаимодействует с образованием хлорида магния

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 2]**

Азот	1700	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием нитрида алюминия
Бор фтористый	450	Взаимодействует
Водород фтористый (газообразный)	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $AlF_3$
Вода	До 1800]	Не взаимодействует
Водород, углерода окись, углеводороды	—	Не взаимодействуют
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием алюминатов
Калия сульфат кислый и пироксернокислый	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием сульфата
Кислоты и щелочи	—	Не взаимодействуют
Кремний	1800	Взаимодействует при нагревании в вакууме по реакции $Al_2O_3 + 2Si = Al_2O + 2SiO$
Оксиды $Me_2O$ и $MeO$	100	Взаимодействуют при сплавлении с образованием безводных алюминатов $MeAlO_2$ и $Me(AlO_2)_2$

1	2	3
Сера, фосфор, мышьяк и их соединения	1000	Не взаимодействуют
Углерод	2000	Взаимодействует с образованием $Al_4C_3$
$SiO$ [1; 450, т. 1]		
Алюминия сульфид	1100	Взаимодействует с образованием сульфида
Водяной пар	500	Взаимодействует по реакции $SiO + H_2O = SiO_2 + H_2$
Воздух	20	Медленно взаимодействует
»	500	Взаимодействует, окисляя до $SiO_2$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют по реакции $SiO + 2MeOH = Me_2SiO_3 + H_2$
Окислы	—	Взаимодействуют по реакции $SiO + MgO \cdot CaO + CaO = Ca_2SiO_4 + Mg$
Серы трехокись	800	Взаимодействует
Углерода двуокись	400	Взаимодействует, окисляя до $SiO_2$
Хлор	800	Взаимодействует по реакции $2SiO + 2Cl_2 = SiCl_4 + SiO_2$
$SiO_2$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Водород	1100	Взаимодействует, восстанавливая до монооксида кремния
Вода	—	Не взаимодействует
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием силикатов
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют при кипячении с образованием растворимых силикатов щелочных металлов
Кислоты азотная, соляная, серная	—	Не взаимодействуют
Кислота фтористоводородная	20	Взаимодействует с образованием тетрафторида кремния $SiF_4$ или кремнефтористоводородной кислоты
Кремний, ферросилиций	1130—1370	Взаимодействуют, восстанавливая до монооксида кремния
Кремний в среде азота	1450	Взаимодействует с образованием оксинитрида $Si_2N_2O$
Углерод	2000	Взаимодействует с образованием карбида

1	2	3
---	---	---

**P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(P<sub>4</sub>O<sub>6</sub>) [1; 448, т. 1; 450, т. 1]**

Вода	20	Взаимодействует с образованием фосфористой кислоты
Водород хлористый (газообразный)	—	Взаимодействует по реакции $P_4O_6 + 6HCl = 2H_3PO_3 + 2PCl_3$
Воздух	При нагревании	Взаимодействует с образованием пятиокси фосфора P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Хлор, бром, сера	150	Взаимодействуют

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>) [1; 448, т. 1; 450, т. 1]**

Аммония фторид	135	Взаимодействует с образованием солей гексафторфосфорной, монофторфосфорной и дифторфосфорной кислот
Вода	—	Взаимодействует по реакциям $P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$ , $P_2O_5 + 2H_2O = H_4P_2O_7$ и $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$
Кислота азотная	—	Взаимодействует по реакции $P_2O_5 + 2HNO_3 = N_2O_5 + 2HPO_3$
Кислота хлорная	—	Взаимодействует по реакции $P_2O_5 + 2HClO_4 = Cl_2O_7 + 2HPO_3$
Углерод	—	Взаимодействует при высокой температуре по реакции $P_2O_5 + 5C = 5CO + 2P$
Фосфор пятихлористый	—	Взаимодействует с образованием хлорокиси фосфора POCl <sub>3</sub>

**SO<sub>2</sub> [1, 448, т. 1, 450, т. 1]**

Вода	—	Взаимодействует
Кислород воздуха	20	Не взаимодействует
Вода	—	Взаимодействует с образованием сернистой кислоты
Железа окись	—	Взаимодействует по реакциям $3SO_2 + Fe_2O_3 = Fe_2(SO_3)_3$ и $Fe_2(SO_3)_3 = FeSO_3 + FeS_2O_6$
Калия тиосульфат	—	Взаимодействует с образованием тритионата калия
Кислород	400	Взаимодействует, окисляя до SO <sub>3</sub> в присутствии катализаторов
Кислота азотная	—	Взаимодействует с образованием нитрозилгидросульфата (NO) (HSO <sub>4</sub> )
Марганца двуокись	—	Взаимодействует по реакциям $2SO_2 + MnO_2 = MnS_2O_6$ и $SO_2 + MnO_2 = MnSO_4$
Натрий кислый углекислый	—	Взаимодействует с образованием пиросульфита натрия Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>



1	2	3
Сера	—	Взаимодействует в водных растворах по реакции $\text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$
Сероводород	20	Взаимодействует по реакциям $3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ и $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
Сероводород + сера	—	Взаимодействуют по реакции $3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{S} = \text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$
Сероводород + раствор щелочи	—	Взаимодействуют по реакции $4\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} + 6\text{NaOH} = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$
Углерода окись	500	Взаимодействует в присутствии катализатора (боксит) с выделением серы
Хлор	—	Взаимодействует с образованием хлористого сульфурита $\text{SO}_2\text{Cl}_2$
Фтор	650	Взаимодействует с образованием шестифтористой серы
Фториды щелочных металлов	—	Взаимодействуют с жидкой $\text{SO}_2$ с образованием фторсульфонатов $\text{MeSO}_2\text{F}$

$\text{SO}_3$  [1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Вода	—	Взаимодействует с образованием серной кислоты
Водород хлористый (сухой)	—	Взаимодействует с образованием хлорсульфоновой кислоты $\text{HSO}_3\text{Cl}$
Калия гидрофторид + кислота серная	—	Взаимодействуют с образованием фторсульфоновой кислоты
Сера двухлористая	—	Взаимодействует с образованием хлористого тионила $\text{SOCl}_2$
Кислота хлорная	—	Взаимодействует с образованием взрывчатого соединения $(\text{ClO}_3) \cdot (\text{HS}_2\text{O}_7)$
Кислота хлорноватая	—	Взаимодействует с образованием взрывчатого соединения $(\text{ClO}_2)_2\text{S}_3\text{O}_{10}$
Кислота фтористоводородная	35	Взаимодействует с образованием фторсульфоновой кислоты
Углерод четыреххлористый	—	Взаимодействует с образованием хлористого пиросульфурита $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$

$\text{Cl}_2\text{O}$  [1; 448, т. 1; 450, т.]

Вода	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HOCl}$
Углерод четыреххлористый	—	Взаимодействует, хорошо растворяя
Органические вещества	—	При соприкосновении взрывается

1	2	3
<b>ClO<sub>2</sub></b> [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Вода	4	Хорошо растворяет
Гидроокиси щелочноземельных металлов + перекись водорода	—	Взаимодействуют по реакции $2\text{ClO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 + 10\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
Озон	—	Взаимодействует по реакции $2\text{ClO}_2 + 2\text{O}_3 = \text{Cl}_2\text{O}_6 + 2\text{O}_2$
Свинца окись + натр едкий	—	Взаимодействуют по реакции $2\text{ClO}_2 + \text{PbO} + 2\text{NaOH} = \text{PbO}_2 + 2\text{NaClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Фтор	50	Взаимодействует с образованием фторхлоридоксида $\text{FClO}_2$
<b>Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b> [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Вода	20	Взаимодействует с образованием хлорной кислоты
Иод	—	Взаимодействует при соприкосновении со взрывом
Сера, фосфор	20	Не взаимодействуют
Углерод четыреххлористый	—	Смешивается в любых соотношениях
<b>K<sub>2</sub>O</b> [446, т. 1; 450, т. 2]		
Аммиак жидкий	—	Взаимодействует по реакции $\text{K}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{KOH} + \text{KNH}_2$
Вода	—	Растворяется в воде с образованием гидроокиси. Энергично поглощает воду
Водород	250	Взаимодействует по реакции $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{KOH} + \text{KH}$
Иод	—	Взаимодействует при нагревании с образованием KI
Сера	—	Взаимодействует при нагревании с образованием K <sub>2</sub> S
Углерода окись	—	Энергично поглощается и взаимодействует с образованием K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Фтор, хлор	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием KF и KCl
<b>K<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b> [446, т. 1; 450, т. 2]		
Амид калия	—	Взаимодействует, образуя взрывчатую смесь
Вода	—	Взаимодействует по реакции $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + 1/2\text{O}_2$
<b>KO<sub>2</sub></b> [446, т. 1; 450, т. 2]		
Азота окись	—	Взаимодействует по реакции $2\text{KO}_2 + 3\text{NO} = \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{NO}_2$

1	2	3
Вода	—	Взаимодействует по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
Кислота серная (разбавленная)	—	Взаимодействует по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
Углерод	—	Взаимодействует по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + \text{C} = \text{K}_2\text{CO}_3 + 1/2\text{O}_2$
Углерода моно- окись	—	Взаимодействует по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + \text{CO} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
Углерода дву- окись	—	Взаимодействует по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + 3/2\text{O}_2$
Углерода дву- окись + натрия перекись	—	Взаимодействуют по реакции $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 +$ $+ \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{O}_2$
Органические сое- динения	—	Взаимодействуют, окисляясь

CaO [1; 446, т. 1]

Бром	—	Взаимодействует с образованием бромидов
Вода	—	Активно взаимодействует с образованием гидрата окиси кальция
Гремучий газ	—	В пламени гремучего газа CaO испускает сильный свет (Друммондов свет)
Сера	—	Взаимодействует с образованием сульфида
Углерод	—	Взаимодействует с образованием карбида
Углерода дву- окись	—	Взаимодействует с образованием углекислого кальция $\text{CaCO}_3$
Фосфор	—	Взаимодействует при нагревании
Глицерин	100	Взаимодействует по реакции $\text{CaO} + \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{H}_3 = \text{CaC}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$
Металлы (Na, K, Be, Mg, Al), кремний, ферро- силиций	—	Взаимодействуют при высокой температуре, восстанавливая до металлического кальция
Оксиды $\text{MgO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{V}_2\text{O}_5$ , $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{SnO}_2$ , $\text{TiO}_2$ , $\text{ZrO}_2$ , $\text{V}_2\text{O}_5$ , $\text{MoO}_3$ , $\text{WO}_3$ , $\text{MnO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием соответствующих солей типа $\text{CaSiO}_3$ , $\text{CaZrO}_3$ , $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{O}_4)$ , $\text{Ca}(\text{Cr}_2\text{O}_4)$
Спирт метиловый	80	Взаимодействует по реакции $\text{CaO} + 2\text{CH}_3\text{OH} = \text{Ca}(\text{OCH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

CaO<sub>2</sub> [1; 446, т. 1]

Вода	—	Растворяет с трудом
------	---	---------------------

1	2	3
<b>CaO<sub>4</sub> [1; с. 337; 446, т. 1]</b>		
Вода	—	Растворяет с трудом
Кислоты (разбавленные)	—	Взаимодействуют с выделением кислорода
<b>Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 446, т. 1]</b>		
Бор	1900	Взаимодействует с образованием боридов
Бром	1200	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием бромида
Кислоты (разбавленные)	—	Медленно растворяют
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $Sc_2O_3 + 3H_2SO_4 = Sc_2(SO_4)_3 + 3H_2O$
Сероуглерод	—	Взаимодействует с образованием сульфида
Углерод	1800	Взаимодействует с образованием карбида
Углерод + азот	1300	Взаимодействуют с образованием нитрида
Хлор	1000—1300	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием хлорида
<b>TiO [446, т. 2; 449]</b>		
Вода	—	Не взаимодействует
Воздух	800	Взаимодействует с образованием TiO <sub>2</sub>
Кислота серная, соляная (разбавленные)	—	Взаимодействуют по реакциям $2TiO + 3H_2SO_4 = Ti_2(SO_4)_3 + 2H_2O + H_2$ $2TiO + 6HCl = 2TiCl_3 + 2H_2O + H_2$
<b>Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [446, т. 2; 449]</b>		
Воздух	1000	Взаимодействует, окисляя до TiO <sub>2</sub>
Кислота азотная	—	Взаимодействует при кипячении с выделением TiO <sub>2</sub>
Кислота серная	—	Взаимодействует с образованием сульфатов трехвалентного титана
Кислоты разбавленные и растворы щелочей	—	Не взаимодействуют
<b>TiO<sub>2</sub> [1; с. 337—338; 446, т. 2; 449]</b>		
Азот + углерод	1200	Взаимодействуют с образованием нитрида
Вода	—	Не взаимодействует
Воздух	—	Не взаимодействует

1	2	3
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют по реакциям $TiO_2 + 2NaOH = Na_2TiO_3 + H_2O$ ; $TiO_2 + 4NaOH = Na_4TiO_4 + 2H_2O$ ; $TiO_2 + Na_2CO_3 = Na_2TiO_3 + CO_2$ ; $TiO_2 + 2Na_2CO_3 = Na_4TiO_4 + 2CO_2$
Гидросульфаты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием сульфатов или оксисульфатов титана
Калия пиросульфат	—	Взаимодействует в расплаве с образованием титанила
Кальций, алюминий	750	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического титана
Кальция гидрид	—	Взаимодействует с образованием гидрида титана
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $TiO_2 + 2H_2SO_4 = Ti(SO_4)_2 + 2H_2O$
Магний	—	Взаимодействует, восстанавливая до низших окислов
Натрий	900—950	То же
Оксиды металлов (ZnO, NiO)	—	Взаимодействуют по реакциям $TiO_2 + MeO = MeTiO_3$
Сплав 30% Na и 70% Ca	900—950	Взаимодействует, восстанавливая до металлического титана
Углерод	1100—1150	Взаимодействует в вакууме с образованием карбида
Углерода окись	800	Взаимодействует, восстанавливая до $Ti_2O_3$ , при более высоких температурах до $TiO$ и $TiC$
Углерода хлор-окись	—	Взаимодействует с образованием хлорида
Углерод четырех-хлористый (пары)	—	Взаимодействует по реакции $TiO_2 + CCl_4 = TiCl_4 + CO_2$
Хлор	800—1000	Взаимодействует с образованием хлорида
»	700—800	В присутствии угля взаимодействует с образованием хлорида
VO [1; 446, т. 2]		
Вода	—	Не взаимодействует
Кислоты (разбавленные)	—	Взаимодействуют, растворяя с образованием соответствующих солей двухвалентного ванадия
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [1; 446, т. 2; 450, т. 1]		
Бром (пары)	—	Взаимодействует при нагревании с образованием трибромид ванадила
Водород	2500	Взаимодействует при давлении 500 кПа, восстанавливая до ванадия

1	2	3
Воздух	—	Медленно взаимодействует, окисляясь до $\text{VO}_2$ при комнатной температуре, при нагревании — до $\text{V}_2\text{O}_5$
Кальций	900—950	Взаимодействует, восстанавливая до металлического ванадия
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием фторида
Селен + водород	500—600	Взаимодействуют с образованием селенида ванадия
Серы хлорокись	200	Взаимодействует с образованием хлорида
Сероводород	700	Взаимодействует с образованием сульфида
Сера хлористая	300	Взаимодействует с образованием хлорида
Углерод	1200	Взаимодействует с образованием карбида
Хлор	500—600	Взаимодействует с образованием окситрихлорида ванадия

$\text{VO}_2$  [446, т. 1; 447, т. 3; 450, т. 1]

Водород	530—600	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{V}_2\text{O}_3$
Воздух	—	Взаимодействует при нагревании, окисляя до $\text{V}_2\text{O}_5$
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием ванадатов
Кислота азотная	—	Взаимодействует при нагревании, окисляя
Кислота соляная	—	Взаимодействует с образованием ванадила $\text{VOCl}_2$
Кислота ортофосфорная	—	Взаимодействует с образованием соединений синего цвета $\text{VO}_2 \cdot 2\text{H}_3\text{PO}_4$ , $2\text{VO}_2 \cdot 6\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Оксиды щелочноземельных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием ванадатов $\text{MeVO}_3$ , $\text{Me}_2\text{VO}_4$ и $\text{Me}_3\text{VO}_5$

1	2	3
$V_2O_5$ [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]		
Вода	—	Взаимодействует слабо
Водород	600	Взаимодействует, восстанавливая до $V_2O_3$
»	1700	Взаимодействует, восстанавливая до VO
Водорода пере- кись	—	Взаимодействует в концентрированной щелочной среде с образованием сине-фиолетовых ионов $VO_3^{3-}$ , в близкой к нейтральной — желтых ионов $VO_6^{3-}$ , в кислых — красного перекисного катиона $VO_3^{3+}$ , а при очень высокой кислотности — синего $VO^{2+}$
Водород хлористый (сухой)	—	Взаимодействует в присутствии пятиокси фосфора с образованием окситрихлорида ванадия
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют при комнатной температуре с образованием орто- и пированадатов ( $Me_3VO_4$ и $Me_4V_2O_7$ ), при нагревании — триметаванадатов ( $Me_3V_3O_9$ )
Карбонаты щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием ортованадатов
Кислота серная (концентрированная)	280	Взаимодействует, восстанавливая до солей четырехвалентного ванадия или с образованием окисульфата
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $V_2O_5 + 6HCl = 2VOCl_2 + Cl_2 + 3H_2O$
Кислота щавелевая	—	Взаимодействует с образованием оксалата ванадила
Кремний	—	Взаимодействует при нагревании с образованием силицида
Сера хлористая	300	Взаимодействует с образованием хлорида
Серы двуокись	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $V_2O_5 + SO_2 = 2VO_2 + SO_3$

1	2	3
Серы хлорокись	73	Взаимодействует с образованием окситрихлорида ванадия
Углерод + пары брома	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием трибромид ванадия
Хлор	650	Взаимодействует по реакции $V_2O_5 + 3Cl_2 = 2VOCl_3 + 3/2O_2$ [1]
Цинк	—	Взаимодействует в кислой среде по реакции $V_2O_5 + Zn + 6HCl = 2VOCl_2 + ZnCl_2 + 3H_2O$

CrO [1; 446, т. 2]

Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металлического хрома
Воздух	100	Взаимодействует, окисляя до Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Кислоты азотная и серная	—	Не взаимодействуют
Кислота соляная (разбавленная)	—	Взаимодействует с образованием ди- и трихлоридов хрома
Углекислый газ	1000	Взаимодействует с образованием Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]

Алюминий, кремний, кальций, магний, натрий, калий	1600	Взаимодействуют при высокой температуре, восстанавливая до металла
Водород	1600	Взаимодействует, восстанавливая до металлического хрома
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении по реакции $Cr_2O_3 + 2MeOH = 2MeCrO_2 + H_2O$
Гидроокись калия + калий хлорноватый	—	Взаимодействуют при сплавлении по реакции $Cr_2O_3 + 4KOH + KClO_3 = 2K_2CrO_4 + KCl + 2H_2O$
Калия пиросульфат, сульфат кислый (расплав)	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием сульфата



1	2	3
Калия перманганат	—	Взаимодействует в щелочной среде по реакции $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Лития и натрия карбонаты	—	Взаимодействуют при прокаливании с образованием хроматов
Натрия бромат	—	Взаимодействует по реакции $5\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{NaBrO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{Br}_2$
Натрия карбонат + нитрат (расплав)	—	Взаимодействуют при сплавлении по реакции $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{NaNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{NaNO}_2 + 2\text{CO}_2$
Окислы двухвалентных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием двойных соединений типа шпинелей
Сероводород, сероуглерод	—	Взаимодействуют с образованием сульфида
Углерод	1000	Взаимодействует с образованием карбидов
Углерод четыреххлористый	—	Взаимодействует при нагревании с образованием хлористого хрома
Хлор	800	Взаимодействует в присутствии угля или окиси углерода с образованием хлористого хрома
Бензол, гексан, циклогексан	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического хрома

**CrO<sub>2</sub> [446, т. 2]**

Вода	100	Взаимодействует, превращаясь в Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и CrO <sub>3</sub>
Гидроокислы и карбонаты щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием хроматов
Кислота соляная	—	Взаимодействует с выделением хлора

**CrO<sub>3</sub> [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]**

Вода	—	Растворяет с образованием хромовой кислоты
------	---	--

1	2	3
Водорода пере- кись	—	Взаимодействует при низких температурах в растворе метилового эфира с образованием соединения $\text{CrO}_3 \cdot (\text{CH}_3)_2\text{O}$
Водород хлористый (газообразный)	—	Взаимодействует с образованием хлористого хрома
Иодаты одно- валентных металлов	—	Взаимодействуют с образованием соединений $\text{MeCrIO}_6$
Кислоты бромистоводородная, иодистоводородная, фосфорноватистая, фосфорноватая, органические	—	Взаимодействуют, окисляясь
Спирты	—	Взаимодействуют с образованием эфиров хромовой кислоты
Углерода окись, углерод, мышьяк, сера, селен, иод	—	Взаимодействуют, окисляясь
Рубидий углекислый	—	Взаимодействует с образованием хромата или бихромата рубидия

#### $\text{MnO}$ [1; 446, т. 2]

Аммония сульфид	100	Взаимодействует с образованием $\text{MnS}$
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует при высоких температурах, восстанавливая до металлического марганца
Воздух	200—300	Взаимодействует, окисляясь до $\text{MnO}_2$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кремний четыреххлористый	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $\text{MnCl}_2$ , $\text{SiO}_2$ и $\text{Cl}_2$
Натр едкий	800	Взаимодействует в присутствии кислорода с образованием гипоманганата натрия $\text{Na}_3\text{MnO}_4$

1	2	3
$Mn_2O_3$ [1; 446, т. 2]		
Алюминий	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металла
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	300	Взаимодействует, восстанавливаясь до $MnO$
Воздух	950—1100	Взаимодействует, окисляя
Кислоты азотная, серная (разбавленные)	20	Взаимодействуют по реакциям $Mn_2O_3 + 2HNO_3 = MnO_2 + Mn(NO_3)_2 + H_2O$ и $Mn_2O_3 + H_2SO_4 = MnO_2 + MnSO_4 + H_2O$
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием $Mn_2(SO_4)_3$
Кислота фтороводородная	—	Взаимодействует с образованием фторида

$MnO_2$  [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 448, т. 1]

Аммиак (газ)	—	Взаимодействует по реакции $6MnO_2 + 2NH_3 = 3Mn_2O_3 + N_2 + 3H_2O$
Аммоний азотно-кислый	—	Взаимодействует по реакции $MnO_2 + 4NH_4NO_3 = Mn(NO_3)_2 + 3N_2 + 8H_2O$
Воздух	350—900	Взаимодействует с образованием $Mn_2O_7$
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	170	Взаимодействует, восстанавливая до $MnO$
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием неустойчивых солей $Me_2MnO_3$ , в присутствии кислорода — с образованием $Me_2MnO_4$
Железо сернокислое (безводное)	—	Взаимодействует при прокаливании с образованием сульфата по реакции $2MnO_2 + 2FeSO_4 = 2MnSO_4 + Fe_2O_3 + 1/2O_2$

1	2	3
Калий азотнокислый + калий углекислый (расплав)	—	Взаимодействуют по реакции $\text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{CO}_2$
Калий бромистый + уксусная кислота	—	Взаимодействуют по реакции $\text{MnO}_2 + 2\text{KBr} + 4\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{KCH}_3\text{COO} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Кальция окись (расплав)	—	Взаимодействует с образованием манганатов $2\text{CaO} \cdot \text{MnO}_2, \text{CaO} \cdot \text{MnO}_2, \text{CaO} \times \times 2\text{MnO}_2, \text{CaO} \cdot 3\text{MnO}_2, \text{CaO} \cdot 5\text{MnO}_2$
Кислота серная (концентрированная)	110	Взаимодействует по реакции $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$
Кислота сернистая	—	Взаимодействует с образованием дитионата марганца
Кислота соляная (концентрированная)	90	Взаимодействует по реакции $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
Кислота фтористоводородная	450—500	Взаимодействует по реакции $2\text{MnO}_2 + 4\text{HF} = 2\text{MnF}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
Смесь серной кислоты и перекиси водорода	—	Взаимодействует по реакции $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
Натрий хлористый + серная кислота	—	Взаимодействуют по реакции $\text{MnO}_2 + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
Магний хлористый	—	Взаимодействует по реакции $\text{MnO}_2 + 2\text{MgCl}_2 = \text{MnCl}_2 + 2\text{MgO} + \text{Cl}_2$
Сероводород	—	Взаимодействует в присутствии кислорода по реакции $2\text{MnO}_2 + 3\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = \text{MnSO}_4 + \text{MnS}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Серы двуокись	10	Взаимодействует с образованием дитионата
Хлор в присутствии гидроокиси калия	—	Взаимодействует по реакции $2\text{MnO}_2 + 3\text{Cl}_2 + 8\text{KOH} = 2\text{KMnO}_4 + 6\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
Ацетилхлорид	0	Взаимодействует по реакции $\text{MnO}_2 + 4\text{CH}_3\text{COCl} = \text{MnCl}_4 + 2(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$

1	2	3
---	---	---

$Mn_2O_7$  [1; 446, т. 2]

Вода	—	Взаимодействует с образованием марганцевой кислоты
Горючие вещества	—	Взаимодействуют, окисляясь с воспламенением
Кислота уксусная	—	Взаимодействует, растворяя без разложения

$FeO$  [1; 446, т. 2]

Вода	—	Взаимодействует при нагревании, окисля до $Fe_2O_3$
Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металлического железа
Воздух	200—250	Взаимодействует, окисля до $Fe_2O_3$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кремния окись	—	Взаимодействует при сплавлении с образованием силикатов
Углерод, углерода окись	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического железа

$Fe_2O_3$  [1; 446, т. 2; 450, т. 2]

Вода	—	Не взаимодействует
Водород сухой	400	Взаимодействует, восстанавливая до металлического железа
Водород влажный	400	Взаимодействует с образованием $Fe_3O_4$
» »	800	Взаимодействует с образованием $FeO$
Железа фторид	950	Взаимодействует с образованием оксофторида
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием сульфата
Кислота соляная	—	Взаимодействует с образованием хлорида
Хлор	400	Взаимодействует в присутствии угля с образованием хлорида

1	2	3
<b>CoO [1; 446, т. 2]</b>		
Алюминия окись	—	Взаимодействует с образованием двойной соли типа шпинели
Алюминий, бор, водород, железо, кремний, углерод, углерода окись	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического кобальта
Воздух	900	Взаимодействует, окисляя до $\text{Co}_3\text{O}_4$
Гидроокиси щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием кобальтов $\text{Me}_2\text{CoO}_2$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы концентрированные)	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием гидрооксокобальтатов $\text{Me}_2[\text{Co}(\text{OH})_4]$
Калия карбонат + кремния окись	—	Взаимодействуют с образованием ортосиликата калия и кобальта
Кислород	> 100	Взаимодействует, окисляя до $\text{Co}_3\text{O}_4$
Кислород + сернистый газ	600	Взаимодействуют с образованием $\text{CoSO}_4$
Кислоты азотная, серная и соляная	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Металлов окислы	800—1500	Взаимодействуют с образованием соединений или твердых растворов
Сера, сероводород	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием $\text{CoS}$
Хлор, углерод четыреххлористый	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием $\text{CoCl}_2$

**$\text{Co}_3\text{O}_4$  [1; 446, т. 2]**

Алюминий водород, калий, натрий, углерод, углерода окись	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического кобальта
--	---	---

1	2	3
Кислоты азотная и серная	—	Взаимодействуют с выделением кислорода по реакциям $\text{Co}_3\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CoSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$ и $\text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{HNO}_3 = 3\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$
Кислота соляная	—	Взаимодействует с выделением хлора по реакции $\text{Co}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = 3\text{CoCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

### NiO [1; 446, т. 2]

Бария окись	—	Взаимодействует в среде кислорода с образованием двойных солей
Вода	—	Не взаимодействует
Кремний, бор, водород, углерод	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического никеля
Кислоты (разбавленные)	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Металлы (Al, Mg, Zn, Be, Cu, Pb, Fe, Co)	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металла
Оксиды кислотные	—	Взаимодействуют при нагревании

### Cu<sub>2</sub>O [1; 446, т. 2; 450, т. 2]

Аммиак (раствор)	—	Взаимодействует с образованием комплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	155	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Водород бромистый (газообразный)	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HBr} = 2\text{CuBr} + \text{H}_2\text{O}$
Галогеноводороды	—	Взаимодействуют с образованием соединений $\text{H}[\text{CuI}_2]$ и $\text{CuI}$
Иодид мышьяка	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{AsI}_3 = 6\text{CuI} + \text{As}_2\text{O}_3$
Кислород	1000	Взаимодействует, окисляя до $\text{CuO}$

1	2	3
Кислота серная (разбавленная)	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$
Кислота соляная (концентриро- ванная)	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cu}_2\text{O} + 8\text{HCl} = 2\text{H}_2[\text{CuCl}_4] + \text{H}_2\text{O}$
Кислота цианисто- водородная	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HCN} = 2\text{CuCN} + \text{H}_2\text{O}$
Меди хлорид (раствор)	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{CuCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{CuCl} +$ $+ \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$
Металлы щелоч- ные (Mg, Zn, Al)	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металла или сплавов меди с металлами
Ртуты хлорид	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Cu}_2\text{O} + 3\text{HgCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl}_2 +$ $+ \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2 + 3\text{Hg}$
Селена двуокись	—	Взаимодействует по реакции $4\text{Cu}_2\text{O} + 7\text{SeO}_2 = \text{Cu}_2\text{Se} + 6\text{CuSeO}_3$
Углерода окись	200	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Диэтил сульфат	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cu}_2\text{O} + (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 = \text{Cu}_2\text{SO}_4 +$ $+ (\text{CH}_3)_2\text{O}$

**CuO** [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 2]

Алюминия карбид	—	Взаимодействует по реакции $12\text{CuO} + \text{Al}_4\text{C}_3 = 12\text{Cu} + 2\text{Al}_2\text{O}_3 +$ $+ 3\text{CO}_2$
Аммиак	—	Взаимодействует по реакции $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
Аммония нодид	—	Взаимодействует, растворяя
Арсениты щелоч- ных металлов	—	Взаимодействуют при нагревании по реакции $2\text{CuO} + \text{Me}_3\text{AsO}_3 = \text{Cu}_2\text{O} + \text{Me}_3\text{AsO}_4$



1	2	3
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	250	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Железо хлористое	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $3\text{CuO} + 2\text{FeCl}_2 = 2\text{CuCl} + \text{CuCl}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кальция карбид	—	Взаимодействует по реакции $5\text{CuO} + \text{CaC}_2 = 5\text{Cu} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2$
Металлы K, Na, Be, Mg, Ca, Al	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металла
Натрия арсенит	—	Взаимодействует по реакции $2\text{CuO} + \text{Na}_3\text{AsO}_3 = \text{Cu}_2\text{O} + \text{Na}_3\text{AsO}_4$
Нитрозил перхлорат	200	Взаимодействует с образованием перхлората меди
Углерод, окись углерода, углеводороды	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металла
Мышьяка окись + кислота уксусная	—	Взаимодействуют с образованием швейнфуртской зелени $3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Олова хлорид	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $2\text{CuO} + \text{SnCl}_2 = 2\text{CuCl} + \text{SnO}_2$
Фосфор треххлористый	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $17\text{CuO} + 5\text{PCl}_3 = 2\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CuCl}_2 + 10\text{CuCl} + \text{POCl}_3$

#### $\text{Cu}_2\text{O}_3$ [1]

Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием тетрагидроксокупратов $\text{Me}[\text{Cu}(\text{OH})_4]$
Кислота соляная	—	Взаимодействует с выделением хлора

#### $\text{ZnO}$ [1; 446, т. 2]

Бария окись	1100	Взаимодействует с образованием двойного окисла или оксоцинката $\text{BaZnO}_2$
-------------	------	--

1	2	3
Вода	—	Не взаимодействует
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют по реакции $\text{ZnO} + \text{MeOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Me}[\text{Zn}(\text{OH})_3]$
Кальция карбид	—	Взаимодействует по реакции $\text{ZnO} + \text{CaC}_2 = \text{CaO} + \text{Zn} + 2\text{C}$
Кислота соляная	—	Взаимодействует с образованием хлорида
Кислота фосфорная	—	Взаимодействует с образованием ортофосфата цинка
Окислы металлов	800—900	Взаимодействуют с образованием цинкатов
Нитрозил перхлорат	250	Взаимодействует с образованием перхлората цинка
Серы двуокись	—	Взаимодействует с водной суспензией ZnO с образованием сульфита
Углерод, углерода окись	1100	Взаимодействуют, восстанавливая до металла
Ферросилиций	—	Взаимодействует по реакции $2\text{ZnO} + \text{FeSi} = 2\text{Zn} + \text{Fe} + \text{SiO}_2$
Цинк	150	Взаимодействует с образованием гидроксихлорида цинка

#### Ga<sub>2</sub>O [1; 450, т. 2]

Воздух (сухой)	20	Не взаимодействует
» »	700	Взаимодействует с образованием Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и Ga
Кислота серная	—	Взаимодействует, восстанавливаясь до H <sub>2</sub> S

#### GaO [1]

Вода	20	Не взаимодействует
Кислоты	—	Взаимодействуют, растворяя

#### Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; т. 1; 450, т. 2]

Аммиак	900	Взаимодействует с образованием нитрида
Вода	20	Не взаимодействует

1	2	3
Водород	700—830	Взаимодействует, восстанавливая до GaO
»	830—900	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Галлий	—	Взаимодействует с образованием закиси
Галлия галогениды	—	Взаимодействуют с образованием оксигалидов
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием солей
Кислоты	—	Взаимодействуют, растворяя
Сероводород	1200	Взаимодействует с образованием сульфида
Серы хлорокись	200	Взаимодействует с образованием треххлористого галлия
Цинка и магния окислы	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием соединений $Ga_2[MeO_4]$

GeO [1; 446, т. 1; 450, т. 1]

Вода	—	Не взаимодействует, сильной струей превращает в коллоидное состояние
Водорода перекись (аммиачный раствор)	—	Взаимодействует, окисляя до $GeO_2$
Воздух	20	Не взаимодействует
»	500	Взаимодействует, окисляя до $GeO_2$
Гидроокиси щелочных металлов	—	Не взаимодействуют
Кислота азотная (дымящая)	—	Взаимодействует, слегка окисляя
Кислота соляная	—	Не взаимодействует
Олово хлористое	—	Взаимодействует, восстанавливаясь до двуххлористого олова

$GeO_2$  [1; 446, т. 1; 450, т. 1]

Алюминий, магний, углерод	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до германия
---------------------------	---	--

1	2	3
Аммиак	700	Взаимодействует с образованием нитрида
Барий хлористый (концентрированный раствор) + фтористоводородная кислота	—	Взаимодействуют по реакции $\text{GeO}_2 + \text{BaCl}_2 + 6\text{HF} = \text{Ba}[\text{GeF}_6] + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
Вода	25	Растворяет гексагональную модификацию; не растворяет тетрагональную
Водород	450	Взаимодействует, восстанавливая
Гидроокиси, карбонаты щелочных металлов	—	Взаимодействуют по реакциям $\text{GeO}_2 + 4\text{MeOH} = \text{Me}_4\text{GeO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{GeO}_2 + 2\text{Me}_2\text{CO}_3 = \text{Me}_4\text{GeO}_4 + 2\text{CO}_2$
Кислоты бромистые и иодистоводородная	280	Взаимодействуют с образованием $\text{GeBr}_4$ и $\text{GeI}_4$
Кислоты азотная и серная	—	Взаимодействуют медленно
Кислоты соляная, фтористоводородная	100	Взаимодействуют, растворяя гексагональную и не растворяя тетрагональную модификацию
Кислота фтористоводородная + калий хлористый (раствор)	—	Взаимодействуют с образованием фторида калия германия $\text{K}_2\text{GeF}_6$
Натрия гидроксид (раствор)	100	Взаимодействует, растворяя гексагональную модификацию с образованием германатов щелочных металлов. Медленно растворяет тетрагональную модификацию
Сероводород	800	Взаимодействует с образованием сульфида германия
Свинца оксид	500	Взаимодействует с образованием ряда соединений, у которых отношение $\text{GeO}_2 : \text{PbO}$ изменяется от 1 : 6 до 1 : 0,33
Таллия карбонат (раствор)	—	Взаимодействует по реакции $5\text{GeO}_2 + \text{Tl}_2\text{CO}_3 = \text{Tl}_2\text{Ge}_5\text{O}_{11} + \text{CO}_2$
$\text{As}_2\text{O}_3$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1]		
Вода	—	Взаимодействует, растворяя

1	2	3
Водород	—	Взаимодействует в кислом растворе в момент выделения, восстанавливая до $\text{AsH}_3$
Водород фтористый (безводный)	140	Взаимодействует с образованием трехфтористого мышьяка
Кислота азотная	70	Взаимодействует по реакции $\text{As}_2\text{O}_3 + 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3$
Окислители	—	Взаимодействуют, окисляя до мышьяковой кислоты
Олово хлористое	—	Взаимодействует, выделяя металлический мышьяк из солянокислых растворов
Углерод, калия цианид	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металла

### $\text{As}_2\text{O}_5$ [1]

Вода	20	Активно взаимодействует с образованием мышьяковой кислоты
------	----	---

### $\text{SeO}_2$ [1; 448, т. 1; 450, т. 1; 453]

Вода	20	Взаимодействует с образованием селенистой кислоты
Водорода перекись	—	Взаимодействует с образованием селеновой кислоты
Водород хлористый	—	Взаимодействует с сухой $\text{SeO}_2$ с образованием соединения $\text{SeO}_2 \cdot 2\text{HCl}$
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием селенистой кислоты
Селен четыреххлористый	—	Взаимодействует при нагревании с образованием оксихлорида $\text{SeOCl}_2$
Селен + водород хлористый (сухой)	—	Взаимодействуют с образованием хлористого селена
Селен + водород бромистый	—	Взаимодействуют с образованием бромистого селена
Селен + хлор	—	Взаимодействуют с образованием оксихлорида

1	2	3
---	---	---

**SeO<sub>3</sub> [1; 450, т. 1; 453]**

Вода	20	Взаимодействует с образованием селеновой кислоты
Водород хлористый + сернистый ангидрид (жидкий)	—	Взаимодействуют с образованием хлорселеновой кислоты HSeO <sub>3</sub> Cl
Кислота селеновая	—	Взаимодействует с образованием пирокислот селена H <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , H <sub>4</sub> Se <sub>3</sub> O <sub>11</sub> и H <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> O <sub>10</sub>
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием фторселеновой кислоты
Сера	—	Взаимодействует, восстанавливая до селена

**Rb<sub>2</sub>O [446, т. 1; 448, т. 1]**

Водород	—	Взаимодействует при пропускании через нагретую Rb <sub>2</sub> O с образованием смеси RbH и RbOH
Кислород	—	Взаимодействует при нагревании с образованием RbO <sub>2</sub>

**Rb<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [446, т. 1; 448, т. 1]**

Вода	—	Взаимодействует по реакции $Rb_2O_2 + H_2O = 2RbOH + 1/2O_2$
Кислород	—	Взаимодействует при нагревании с образованием RbO <sub>2</sub>
Рубидий	—	Взаимодействует в серебряном тигле с образованием Rb <sub>2</sub> O

**RbO<sub>2</sub> [446, т. 1; 448, т. 1]**

Вода	—	Взаимодействует по реакции $2RbO_2 + 2H_2O = 2RbOH + H_2O_2 + O_2$
Рубидий	—	Взаимодействует в серебряном тигле с образованием Rb <sub>2</sub> O

**SrO [446, т. 1]**

Аммония хлорид	180—300	Взаимодействует по реакции $SrO + 2NH_4Cl = SrCl_2 + 2NH_3 + H_2O$
----------------	---------	---

1	2	3
Вода	—	Взаимодействует, растворяя с поглощением тепла
Калия цианид	700	Взаимодействует по реакции $\text{SrO} + \text{KCN} = \text{Sr} + \text{KCN O}$
Кислоты разбавленные	—	Взаимодействует по реакции $\text{SrO} + 2\text{HCl} = \text{SrCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ и $\text{SrO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
Металлы (K, Mg, Al, W)	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического Sr
Метанол	—	Взаимодействует с образованием $\text{Sr}(\text{OH})\text{OCH}_3$ и $\text{Sr}(\text{OCH}_3)_2$

**SrO<sub>2</sub> [1; с. 446, т. 2]**

Водорода пере- кись	20	Взаимодействует с образованием $\text{SrO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_2$
------------------------	----	---

**Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; с. 446, т. 2]**

Аммоний хлористый, нодистый	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{Y}_2\text{O}_3 + 6\text{NH}_4\text{I} = 2\text{YI}_3 + 6\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Водород	200	Взаимодействует, восстанавливая до металлического иттрия
Сероводород	1450	Взаимодействует с образованием сульфида
Сероуглерод (пары)	—	Взаимодействует с образованием сульфида
Углерод	1800	Взаимодействует с образованием карбида
Хлор	—	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием хлорида

**ZrO<sub>2</sub> [1; 446, т. 2]**

Аммоний фтористый кислый	—	Взаимодействует с образованием фторида
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (рас- творы)	—	Взаимодействуют с образованием цирконатов $\text{Me}_2\text{ZrO}_3$ и $\text{Me}_4\text{ZrO}_4$

1	2	3
Кальций, магний, сплавы Ca—Na и Mg—Na	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического циркония
Кислоты азотная и соляная	—	Не взаимодействуют
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании с образованием сульфата
Кислота серная (разбавленная)	—	Не взаимодействует
Кислота фтороводородная	500	Взаимодействует по реакции $ZrO_2 + 6HF = H_2[ZrF_6] + 2H_2O$
Оксиды германия, кремния и титана	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием силикатов, титанатов и германатов
Оксиды редкоземельных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием цирконатов типа $Me_2Zr_2O_7$
Серу трехокись	400	Взаимодействует с образованием $Zr(SO_4)_2$
Оксиды щелочноземельных металлов	—	Взаимодействуют с образованием цирконатов $MeZrO_3$
Оксиды и хлориды щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием $Me_2ZrO_3$
Серовуглерод (пары)	—	Взаимодействует с образованием сульфида
Углерод	1900—2000	Взаимодействует с образованием карбида
Углерод в среде азота	1100—1200	Взаимодействует с образованием нитрида

#### NbO [446, т. 2]

Воздух, кислород	—	Взаимодействуют при нагревании окисляя до $Nb_2O_5$
Кислоты HCl, HF, HF + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	Взаимодействуют
Хлор	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $NbO + \frac{3}{2}Cl_2 = NbOCl_3$



1	2	3
<b>NbO<sub>2</sub> [446, т. 2]</b>		
Воздух	—	Взаимодействует при нагревании, окисляя до Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	1300	Взаимодействует, восстанавливая
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Не взаимодействуют
Кислоты	—	Не взаимодействуют
Натрия нитрит	250—350	Взаимодействует по реакции $3\text{NbO}_2 + 3\text{NaNO}_2 = \text{Na}_3\text{Nb}_3\text{O}_9 + 3\text{NO}$
Натрия сульфит	450—600	Взаимодействует по реакции $12\text{NbO}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{Na}_3\text{Nb}_3\text{O}_9 + 3\text{Nb}_2\text{O}_5 + 3\text{S}$
Натрия сульфат	800—1100	Взаимодействует по реакции $18\text{NbO}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}_3\text{Nb}_3\text{O}_9 + 6\text{Nb}_2\text{O}_5 + 3\text{S}$
Хлор	200—400	Взаимодействует по реакции $10\text{NbO}_2 + 5\text{Cl}_2 = 4\text{Nb}_2\text{O}_5 + 2\text{NbCl}_5$

**Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]**

Аммиак	500—800	Взаимодействует с образованием нитрида
Алюминий, кальций, магний	—	Взаимодействуют, восстанавливая до монооксида
Алюминий бромистый	200	Взаимодействует с образованием пятибромистого ниобия
Алюминий хлористый	400	Взаимодействует с образованием хлорида
Бром (жидкий) + углерод	—	Взаимодействует с образованием пятибромистого ниобия
Водород	800—1000	Взаимодействует, восстанавливая до двуоксида
»	1200	При длительном взаимодействии (50 ч) восстанавливает до монооксида
Водорода перекись	—	Взаимодействует с водным раствором сплава Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> с КОН с образованием перекисной соли K <sub>3</sub> NbO <sub>3</sub>
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует, восстанавливая до NbO <sub>2</sub> и NbO
Водород хлористый (газообразный)	—	Взаимодействует с образованием летучего хлорида

1	2	3
Водород фтористый (газообразный)	—	Взаимодействует с образованием летучего фторида
Калий едкий (раствор)	120—200	Взаимодействует с образованием гексаниобата ( $K_8Nb_6O_{19}$ ) или метаниобата ( $KNbO_3$ ) калия
Калий фтористый кислый + кислота фтористоводородная	—	Взаимодействуют с образованием гептафторониобата $K_2NbF_4$
Кальция гидрид, силициды алюминия, кальция, магния	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металла
Карбонаты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием ортониобатов $Me_3NbO_4$
Кислота соляная	—	Взаимодействует в зависимости от концентрации кислоты и температуры прокалики окиси
Кислота серная	—	Взаимодействует в зависимости от концентрации кислоты и температуры прокалики окиси
Кремний	—	Взаимодействует, восстанавливая до металлического ниобия
Магний	600	Взаимодействует в вакууме, восстанавливая до двуокиси, моноокиси или металлического ниобия с образованием в качестве побочного продукта метаниобата магния
Ниобий	1200—1250	Взаимодействует, восстанавливая до двуокиси или моноокиси
Сера однохлористая	220—300	Взаимодействует с образованием пятихлористого ниобия
Серы хлорокись	220	Взаимодействует с образованием хлорокиси ниобия $NbOCl_3$
Углерод	900	Взаимодействует, восстанавливая до двуокиси
»	1200	Взаимодействует, восстанавливая до моноокиси
»	2100	Взаимодействует, восстанавливая до металлического ниобия
»	1700—1800	Взаимодействует в вакууме с образованием карбида ниобия
Углерода окись	1100	Взаимодействует, восстанавливая до моноокиси
Углерод четыреххлористый	220—225	Взаимодействует с образованием летучих хлорида $NbCl_5$ и хлорокиси $NbOCl_3$

1	2	3
Сероводород, сероуглерод	—	Взаимодействует с образованием оксисульфида $Nb_2OS_3$
Сульфаты, хроматы, молибдаты, вольфраматы, щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием метаниобатов $MeNbO_3$
Фосфор пятихлористый	180—235	Взаимодействует с образованием хлорида
Хлор	800—850	Взаимодействует с образованием $NbOCl_3$
Хлор + углерод	1000—1050	Взаимодействуют с образованием летучего хлорида и хлорокси ниобия

**MoO<sub>2</sub>** [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]

Вода	> 100	Взаимодействует, окисляя до MoO <sub>3</sub>
Водород	950—1100	Взаимодействует, восстанавливая до металлического молибдена
Воздух	—	Взаимодействует, окисляя до MoO <sub>3</sub>
Гидроокиси щелочноземельных металлов	—	Взаимодействуют при нагревании без доступа воздуха с образованием окрашенных молибдатов $MeMoO_3$
Кислоты окислители	—	Взаимодействуют, окисляя до MoO <sub>3</sub>
Сера	—	Взаимодействует с образованием сульфида
Углерода двуокись	—	Взаимодействует, окисляя до MoO <sub>3</sub>
Хлор	300	Взаимодействует с образованием оксихлорида молибдена

**MoO<sub>3</sub>** [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]

Аммиак в растворе	—	Взаимодействует с образованием молибдата
-------------------	---	--

1	2	3
Аммиак (газо-образный)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $3\text{MoO}_3 + 2\text{NH}_3 = 3\text{MoO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
Вода	—	Незначительно растворяет
Водород	450—470	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{MoO}_2$
Водород	800—900	Взаимодействует, восстанавливая до металлического молибдена
Водород хлористый (сухой)	150—200	Взаимодействует с образованием желтых игл $\text{H}_2[\text{MoO}_3\text{Cl}_2]$
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием молибдатов $\text{M}_2[\text{MoO}_4]$
Гидроокиси, карбонаты, бораты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием молибдатов и изополимолибдатов
Кислоты соляная и азотная	—	Не взаимодействуют
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием диоксосульфата молибдена
Кислота фтороводородная	—	Взаимодействует с образованием $\text{MoO}_2\text{F}_2$
Литий фтористый	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $\text{MoO}_2\text{F}_2$
Молибден	580	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$
Окислы железа, кальция и меди	500—600	Взаимодействуют с образованием молибдатов $\text{MeMoO}_4$
Углерода окись	400	Взаимодействует по реакции $\text{MoO}_3 + \text{CO} = \text{MoO}_2 + \text{CO}_2$
Сероводород	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $\text{MoS}_2$
Фториды щелочных металлов (кроме LiF)	—	Взаимодействуют с образованием оксофтормолибдатов типа $\text{Me}_3[\text{MoO}_3\text{F}_3]$
Хлор, хлориды щелочных металлов, углерода, фосфора, железа	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием оксихлорида $\text{MoO}_2\text{Cl}_2$

1	2	3
---	---	---

**TcO<sub>2</sub> [446, т. 2; 450, т. 1]**

Воздух, кислород	—	Взаимодействуют, окисляя до Tc <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Хлор	300	Взаимодействует

**Tc<sub>2</sub>O<sub>7</sub> [446, т. 2; 450, т. 1]**

Вода	—	Взаимодействует с образованием технециевой кислоты HTcO <sub>4</sub>
Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металла
Технеций	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до TcO <sub>3</sub>

**RuO<sub>2</sub> [1; 446, т. 2]**

Водород, окись углерода	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического рутения
Воздух	930	Взаимодействует, вызывая диссоциацию на рутений и кислород
Кислоты	—	Не взаимодействуют

**RuO<sub>4</sub>**

Вода	20	Растворяет
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют по реакции $\text{RuO}_4 + 2\text{MeOH} = \text{Me}_2\text{RuO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует с выделением хлора и образованием оксихлорида, который при избытке восстанавливается до RuCl <sub>4</sub>
Органические вещества	—	Активно взаимодействуют, восстанавливая до окиси RuO <sub>2</sub>

**RhO [446, т. 2]**

Вода	—	Не взаимодействует
Кислоты	—	Не взаимодействуют

1	2	3
---	---	---

### $Rh_2O_3$ [446, т. 2]

Вода	—	Не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металла
Кислота соляная + азотная	—	Не взаимодействуют

### $PdO$ [1; с. 354, 446, т. 2]

Водород	20	Взаимодействует, восстанавливая до металлического палладия
Воздух	До 700	Не взаимодействует
Кислород	До 800	» »
Кислоты	—	Не взаимодействуют
Кислота бромистоводородная (концентрированная)	—	Взаимодействует
Смесь кислот азотной и соляной	—	Не взаимодействует
Углерода окись	—	Взаимодействует, окисляясь до $CO_2$

### $Ag_2O$ [1; 446, т. 2; 450, т. 2]

Аммиак (рас-твор)	—	Взаимодействует с образованием комплексного соединения $[Ag(NH_3)_2]OH$
Аммоний углекислый	—	Взаимодействует по реакции $Ag_2O + 2(NH_4)_2CO_3 = [Ag(NH_3)_2]_2CO_3 + 2H_2O + CO_2$
Вода	18	Растворяет $1,1 \cdot 10^{-4}$ моль/л
Водород	100	Взаимодействует, восстанавливая до металлического серебра
Водорода перекись	20	Взаимодействует по реакции $Ag_2O + H_2O_2 = 2Ag + H_2O + O_2$
Галогены (рас-творы)	—	Взаимодействуют с образованием солей $AgIO_3$
Калий едкий + калий марганцевоокислый	—	Взаимодействует с образованием перекиси серебра

1	2	3
Кислота азотная	—	Взаимодействует с образованием $\text{AgNO}_3$
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием фторида $\text{AgF}$ . При избытке кислоты выделяются двойные соединения $\text{AgF} \cdot \text{HF}$ ; $\text{AgF} \cdot 3\text{HF}$
Кислота хлорноватая	—	Взаимодействует по реакции $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HClO}_3 = 2\text{AgClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Натрия окись	400	Взаимодействует с образованием ортоаргентита натрия $\text{Na}_3\text{AgO}_2$
Щелочных металлов цианиды	—	Взаимодействуют в растворах по реакции $\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{MeCN} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Me}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + 2\text{MeOH}$
Щелочных металлов сульфиды, сера	—	Взаимодействуют с образованием $\text{Ag}_2\text{S}$
Хрома окись	—	Взаимодействует по реакции $5\text{Ag}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = 2\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 6\text{Ag}$
Хрома гидроксид (щелочной раствор)	—	Взаимодействует по реакции $3\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{MeOH} = 2\text{Me}_2\text{CrO}_4 + 6\text{Ag} + 5\text{H}_2\text{O}$

#### $\text{AgO}$ [1; 446, т. 2; 450, т. 2]

Аммиак, нитриды щелочных металлов	—	Взаимодействуют, окисляясь
Вода	—	Не взаимодействует
Кислоты азотная, серная и хлорная (концентрированная)	—	Взаимодействуют, растворяя
Цинк + едкий натр (раствор)	—	Взаимодействует по реакции $\text{AgO} + \text{Zn} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ag} + \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

#### $\text{CdO}$ [1; 446, т. 2]

Алюминия, железа и кремния окислы	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием алюминатов, ферритов и силикатов
-----------------------------------	---	--

1	2	3
Водород	300	Взаимодействует, восстанавливая до металлического кадмия
Кадмия хлорид (раствор)	210	Взаимодействует с образованием гидроксихлорида кадмия $\text{Cd}(\text{OH})\text{Cl}$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кремния окись	60—800	Взаимодействует с образованием силиката $\text{CdO} \cdot \text{SiO}_2$
Кремния окись	900	Взаимодействует с образованием моносилката $2\text{CdO} \cdot \text{SiO}_2$
Нитрозил перхлорат	60—110	Взаимодействует с образованием перхлората кадмия $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2$
Углерод	600	Взаимодействует, восстанавливая до металлического кадмия
Сера (расплав)	300	Взаимодействует с образованием сульфида
Сероводород	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $\text{CdS}$
Хлор	—	Взаимодействует при нагревании с образованием хлорида
Цинка сульфат (раствор)	—	Взаимодействует по реакции $\text{CdO} + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}(\text{OH})_2$

$\text{In}_2\text{O}_3$  [1; 446, т. 1; 450, т. 2]

Аммиак (газообразный)	200—300	Взаимодействует, восстанавливая до металлического индия
Аммиак (раствор)	—	Не взаимодействует
Водород	200—300	Взаимодействует, восстанавливая до металлического индия
Гидроокиси щелочных металлов	—	Не взаимодействуют
Кислоты	—	Взаимодействуют, растворяя
Магний, натрий, углерод	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического индия
Сероуглерод	700	Взаимодействует с образованием сульфида индия



1	2	3
Серы хлорокись	300	Взаимодействует с образованием треххлористого индия
Фтор	500	Взаимодействует с образованием трехфтористого индия
Окислы двухвалентных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием соединений типа шпинелей

**SnO [1; 446, т. 1; 450, т. 1]**

Азота двуокись	—	Взаимодействует по реакции $\text{SnO} + \text{NO}_2 = \text{SnO}_2 + \text{NO}$
Бор, водород, кремний	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического олова
Вода (пары)	—	Взаимодействует по реакции $\text{SnO} + \text{H}_2\text{O} = \text{SnO}_2 + \text{H}_2$
Воздух	550	Взаимодействует, окисляясь до $\text{SnO}_2$
Гидроокиси щелочных металлов (концентрированные растворы)	—	Взаимодействуют по реакции $2\text{SnO} + 2\text{MeOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Me}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{Sn}$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кислород	550	Взаимодействует с образованием $\text{SnO}_2$
Сера	—	Взаимодействует по реакции $2\text{SnO} + 5\text{S} = 2\text{SnS}_2 + \text{SO}_2$
Серы двуокись	—	Взаимодействует по реакции $2\text{SnO} + \text{SO}_2 = 2\text{SnO}_2 + \text{S}$
Углерода двуокись	—	Взаимодействует по реакции $\text{SnO} + \text{CO}_2 = \text{SnO}_2 + \text{CO}$
Хлор	—	Взаимодействует по реакции $2\text{SnO} + 2\text{Cl}_2 = \text{SnO}_2 + \text{SnCl}_4$
Этиловый спирт (пары)	350	Взаимодействует по реакции $6\text{SnO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 6\text{Sn} + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

1	2	3
---	---	---

**SnO<sub>2</sub>** [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Алюминий, цинк, магний	300	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического олова
Водород	750	Взаимодействует, восстанавливая до металлического олова
Гидроокиси и окиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении по реакциям $\text{SnO}_2 + \text{Me}_2\text{O} = \text{Me}_2\text{SnO}_3 \text{ и}$ $\text{SnO}_2 + 2\text{MeOH} = \text{Me}_2\text{SnO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Калий цианид	—	Взаимодействует по реакции $\text{SnO}_2 + 2\text{KCN} = \text{Sn} + 2\text{KCNO}$
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{SnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Sn}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Натрий углекислый + сера (расплав)	—	Взаимодействует с образованием тиостаннатов $\text{Na}_2\text{SnS}_3$
Углерод	—	Взаимодействует, восстанавливая до металлического олова
Углерода окись	450	Взаимодействует, восстанавливая до SnO
» »	750	Взаимодействует, восстанавливая до металлического олова
Углерод в токе хлора	—	Взаимодействует при прокаливании с образованием тетрахлорида олова
Этиловый спирт (пары)	650	Взаимодействует по реакции $\text{SnO}_2 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{Sn} + 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

**Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Вода	—	Взаимодействует медленно
Водород, магний, натрий, углерод	700	Взаимодействуют, восстанавливая до металлической сурьмы
Воздух	—	Взаимодействует при прокаливании, окисляясь до $\text{Sb}_2\text{O}_4$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием антимонитов

1	2	3
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием трехфтористой сурьмы
Кислород	900	Взаимодействует с образованием $SbO_2$
Кислоты азотная, серная (разбавленная)	—	Не взаимодействуют
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании
Кислота винная	—	Взаимодействует, растворяя

**$SbO_2$  [446, т. 1; 448, т. 1]**

Алюминий, водород, магний, углерод, углерода окись	700	Взаимодействуют, восстанавливая
Вода	—	Не взаимодействует
Кислота соляная + калий иодистый	—	Взаимодействуют при нагревании по реакции $2SbO_2 + 8HCl + 2KI = 2SbCl_3 + I_2 + 2KCl + 4H_2O$
Гидроокиси и карбонаты щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием пироантимонатов типа $Me_3Sb_2O_7$
Сурьма	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $Sb_2O_3$

**$Sb_2O_5$  [446, т. 1]**

Вода	—	Медленно растворяет по реакции $Sb_2O_5 + 7H_2O = 2H[Sb(OH)_6]$
Водород, углерод	—	Взаимодействуют при высокой температуре, восстанавливая до металлической сурьмы
Соли винной кислоты	—	Взаимодействуют по реакции $Sb_2O_5 + 2KHC_4O_6H_4 = 2K[SbO_2H_2]C_4O_6H_2 + H_2O$
Гидроокись калия (раствор)	—	Взаимодействует по реакции $Sb_2O_5 + 2KOH + 5H_2O = 2K[Sb(OH)_6]$

1	2	3
Карбонаты щелочных металлов, окислы одно-, двух- и трехвалентных металлов	—	Взаимодействуют при длительном сплавлении с образованием смешанных окислов $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{Me}_2\text{O}, \text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{MeO},$ $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{MeO}_2, \text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot \text{Me}_2\text{O}_3$
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует по реакции $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 12\text{HCl} = 2\text{H}[\text{SbCl}_6] + 5\text{H}_2\text{O}$
Сера	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $2\text{Sb}_2\text{O}_5 + 11\text{S} = 2\text{Sb}_2\text{S}_3 + 5\text{SO}_2$
Хлор	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{SbCl}_3 + 5/2\text{O}_2$

**TeO<sub>2</sub> [1; 448, т. 1; 450, т. 1; 453]**

Вода	—	Мало растворяет (1 : 150000)
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием теллуридов $\text{Me}_2\text{TeO}_3$
Кислоты (концентрированные)	—	Взаимодействуют с образованием солей четырехвалентного теллура

**TeO<sub>3</sub> [1; 448, т. 1; 450, т. 1; 450]**

Вода	—	Не взаимодействует
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих теллуридов

**I<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [448, т. 1; 450, т. 1]**

Вода	—	Взаимодействует с образованием иодноватой кислоты
Углерода окись	—	Взаимодействует по реакции $\text{I}_2\text{O}_5 + 5\text{CO} = 5\text{CO}_2 + \text{I}_2$

1	2	3
---	---	---

**Cs<sub>2</sub>O** [446, т. 1; 448, т. 1]

Аммиак жидкий	—	Взаимодействует с образованием гидроокиси и амида цезия
Вода	—	Активно взаимодействует с образованием гидроокиси
Водород	180	Взаимодействует при слабом нагревании по реакции $\text{Cs}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{CsOH} + \text{CsH}$
Кислород	150	Взаимодействует с образованием надперекиси
Фтор, хлор	150—200	Взаимодействует с образованием CsF и CsCl

**Cs<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** [446, т. 1; 448, т. 1]

Вода	—	Взаимодействует по реакции $\text{Cs}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CsOH} + \text{H}_2\text{O}_2$
------	---	---

**CsO<sub>2</sub>** [446, т. 1; 448, т. 1]

Вода	—	Взаимодействует по реакции $2\text{CsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CsOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
------	---	--

**BaO** [1, т. 357; 446, т. 1]

Аммоний хлористый	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{BaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Вода	—	Взаимодействует с образованием Ba(OH) <sub>2</sub>
Воздух	500	Окисляет до образования перекиси BaO <sub>2</sub>
Кислород	330	Взаимодействует с образованием перекиси BaO <sub>2</sub>

1	2	3
Металлы (Mg, Zn, Al), кремний	1100—1250	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического бария
Оксиды	—	Взаимодействуют по реакциям $\text{BaO} + \text{SiO}_2 = \text{BaSiO}_3;$ $2\text{BaO} + \text{PbO}_2 = \text{Ba}_2\text{PbO}_4;$ $\text{BaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{Ba}(\text{AlO}_2)_2$ и $\text{BaO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$
Сера	—	Взаимодействует по реакции $2\text{BaO} + 3\text{S} = 2\text{BaS} + \text{SO}_2$
Серы двуокись	230	Взаимодействует по реакции $\text{BaO} + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3$
Сероуглерод	—	Взаимодействует по реакции $3\text{BaO} + \text{CS}_2 = 2\text{BaS} + \text{BaCO}_3$
Углерод	—	Взаимодействует с образованием карбида $\text{BaC}_2$
Хлор	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $4\text{BaO} + 3\text{Cl}_2 = \text{BaO}_2 + 2\text{BaCl}_2 + \text{Ba}(\text{ClO})_2$
<b><math>\text{BaO}_2</math> [1; 446, т. 1]</b>		
Вода	—	Трудно растворяет с образованием гидрата $\text{BaO} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Воздух	700	Взаимодействует с отщеплением кислорода $\text{BaO}_2 = \text{BaO} + 1/2\text{O}_2$
Водорода перекись	—	Взаимодействует с образованием $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$
Железа двухвалентного соли	—	Взаимодействуют, окисляясь до солей трехвалентного железа
Кислоты разбавленные	—	Взаимодействуют по реакциям $\text{BaO}_2 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$ и $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$
Ртуть хлористая	—	Восстанавливается до металлической ртути
Спирт, эфир	—	Не взаимодействуют

1	2	3
---	---	---

**La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 446, т. 2]**

Азот в присутствии углерода	1200	Взаимодействует с образованием нитрида
Алюминий иодистый	450	Взаимодействует по реакции $\text{La}_2\text{O}_3 + 2\text{AlI}_3 = 2\text{LaI}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$
Аммония соли	250—350	Взаимодействуют с выделением аммиака
Вода	—	Легко растворяет с образованием гидроокиси
Кислоты азотная и соляная	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Кислота серная	—	Взаимодействует по реакции $\text{La}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{La}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Лантана фторид	900	Взаимодействует в вакууме по реакции $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{LaF}_3 = 3\text{LaOF}$
Селеноводород	1000	Взаимодействует с образованием селенида
Серы монохлорид	—	Взаимодействует по реакции $2\text{La}_2\text{O}_3 + 6\text{S}_2\text{Cl}_2 = 4\text{LaCl}_3 + 3\text{SO}_2 + 9\text{S}$
Сероуглерод	—	Взаимодействует по реакции $\text{La}_2\text{O}_3 + 3\text{CS}_2 = \text{La}_2\text{S}_3 + 3\text{CO} + 3\text{S}$
Углерод	1800	Взаимодействует с образованием карбида
Углерод и азот	1200	Взаимодействуют с образованием нитрида
Углерода окись	—	Взаимодействует с образованием $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$
Хлор	—	Взаимодействует в присутствии углерода с образованием хлорида

**Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1; 447, т. 3]**

Воздух	—	Взаимодействует, окисляя
Кислоты	—	Взаимодействуют

1	2	3
---	---	---

**CeO<sub>2</sub> [1; 447, т. 3]**

Калий хлористый (расплав)	900—1000	Взаимодействует с образованием CeCl <sub>3</sub>
Кислота соляная + диоксан	—	Взаимодействуют с образованием диоксанового производного гексахлорцериевой кислоты H <sub>2</sub> CeCl <sub>6</sub> ·4C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Кислоты	—	Взаимодействуют в присутствии восстановителей
Натрия, бария и стронция окислы	450—600	Взаимодействуют с образованием цератов Na <sub>2</sub> CeO <sub>3</sub> , BaCeO <sub>3</sub> и SrCeO <sub>3</sub>
Натр едкий	900	Взаимодействует с образованием церата
Углерод	1800	Взаимодействует с образованием карбида
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием трехфтористого церия

**HfO<sub>2</sub> [1; 446, т. 2]**

Вода	—	Не взаимодействует
Карбонаты и щелочи (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием гафнатов щелочных металлов Me <sub>2</sub> HfO <sub>3</sub> и Me <sub>4</sub> HfO <sub>4</sub>
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует по реакции $\text{HfO}_2 + 6\text{HF} = \text{H}_2[\text{HfF}_6] + 2\text{H}_2\text{O}$
Кислоты	—	Не взаимодействуют
Окислы германия, кремния и титана (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием германатов, силикатов и титанатов гафния
Окислы щелочноземельных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют с образованием гафнатов MeHfO <sub>3</sub>

**Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [446, т. 2]**

Вода	—	Не взаимодействует
Воздух	—	Взаимодействует, окисляя до Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием танталатов



1	2	3
Калий азотнокис- лый	—	Взаимодействует при нагревании, окисляя до $Ta_2O_5$
Кислоты	—	Медленно взаимодействуют
$Ta_2O_5$ [1; 446, т. 2; 447, т. 3, 450, т. 1]		
Аммиак	—	Взаимодействует с образованием нитрида
Алюминия, каль- ция и магния си- лициды	—	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического тантала
Алюминий трех- бромистый	200	Взаимодействует по реакции $3Ta_2O_5 + 10AlBr_3 = 6TaBr_5 + 5Al_2O_3$
Алюминий хлори- стый	400	Взаимодействуют с образованием хлорида
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	1200	» »
Водорода пере- кись	—	Взаимодействует с образованием надтанталовой кислоты $HTaO_4$ . При взаимодействии с водными растворами сплавов $Ta_2O_5$ с КОН образуется перекисная соль $K_3TaO_8$
Бром + уголь	—	Взаимодействует с образованием бромидов
Водород хлори- стый и бромистый	—	Не взаимодействуют
Водород фтори- стый	—	Взаимодействует с образованием летучего фторида
Гидроокиси и кар- бонаты щелоч- ных металлов, окислы металлов ( $MgO$ , $CaO$ , $SrO$ , $BaO$ , $MnO$ и $FeO$ )	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием танталатов
Гидроокиси ще- лочных металлов (растворы)	150—200	Взаимодействуют с образованием метатанталатов $MeTaO_3$
Кальция гидрид	—	Взаимодействует с образованием гидрида тантала
Кислоты мине- ральные	—	Не взаимодействуют

1	2	3
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием гексафторотанталата калия
Кислота серная + + перекись водорода	—	Взаимодействуют с образованием пероксотанталовой кислоты
Сера + сероводород	—	Не взаимодействуют
Сероуглерод + + сероводород	1000	Взаимодействуют с образованием дисульфида
Серы хлорокись	230—240	Взаимодействует по реакции $Ta_2O_5 + 5SOCl_2 = 2TaCl_5 + 5SO_2$
Углерод	1100	Взаимодействует в среде водорода, восстанавливая до $TaO_2$ и $TaO$
Углерод	1300	Взаимодействует в вакууме с образованием карбида
Углерод + азот	—	Взаимодействуют при высоких температурах с образованием нитрида
Углерода окись	1100	Взаимодействует, восстанавливая до монооксида
Углерод четыреххлористый	200—250	Взаимодействует с образованием хлорида
Фториды щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют в водных растворах по реакции $Ta_2O_5 + 12KF + 3H_2O = 2K_3[TaOF_6] + 6KOH$
Фосфор пятихлористый	180—245	Взаимодействует по реакции $Ta_2O_5 + 5PCl_5 = 2TaCl_5 + 5POCl_3$
Хлор	1250	Взаимодействует с образованием летучего хлорида

**WO<sub>2</sub>** [1; 446, т. 2; 450, т. 1]

Азота закись	500	Взаимодействует по реакции $4WO_2 + 3N_2O = W_4O_{11} + 3N_2$
Азота двуокись	300	Взаимодействует по реакции $WO_2 + NO_2 = WO_3 + NO$
Водород	800—860	Взаимодействует, восстанавливая до металла

1	2	3
Водород фтористый	500	Взаимодействует с образованием оксифторида $\text{WOF}_2$
Воздух, кислород	500	Взаимодействуют, окисляя до $\text{WO}_3$
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют по реакции $\text{WO}_2 + 2\text{MeOH} = \text{Me}_2\text{WO}_4 + \text{H}_2$
Кислота соляная	—	Взаимодействует по реакции $\text{WO}_2 + 2\text{HCl} = \text{WO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2$
Кислота фтороводородная	600	Взаимодействует по реакции $\text{WO}_2 + 2\text{HF} = \text{WOF}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Хлор	—	Взаимодействует с образованием $\text{WO}_2\text{Cl}_2$ , при высокой температуре

$\text{WO}_3$  [1; 446, т. 2; 447, т. 3; 450, т. 1]

Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Взаимодействуют с образованием вольфраматов $\text{Me}_2\text{WO}_4$
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	300—500	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{W}_4\text{O}_{11}$
»	575—600	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{WO}_2$
»	800—860	Взаимодействует, восстанавливая до металлического вольфрама
Водород хлористый (газообразный)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{WO}_3 + 2\text{HCl} = \text{WO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Вольфрам	800	Взаимодействует, восстанавливая до $\text{W}_{18}\text{O}_{49}$
Оксиды металлов	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием вольфраматов и поливольфраматов
Сера	—	Взаимодействует в слое паров по реакции $2\text{WO}_3 + 7\text{S} = 2\text{WS}_2 + 3\text{SO}_2$
Сера, хлорокись	200	Взаимодействуют с образованием окситетрахлорида вольфрама $\text{WOCl}_4$

1	2	3
Углерода окись	800	Взаимодействует, восстанавливая до $W_4O_{11}$
Углерод четырех-хлористый	200—280	Взаимодействует с образованием хлорида
Фосфор	500	Взаимодействует по реакции $10WO_3 + 8P_4 = 10WP_2 + 3P_4O_{10}$
Хлор	—	Взаимодействует с образованием оксихлоридов $WO_2Cl_2$ и $WOCl_4$
<b>ReO<sub>2</sub> [1; 446, т. 1]</b>		
Бром, хлор, иод	—	Взаимодействует при нагревании с образованием оксигалогенида
Бромная, хлорная вода	—	Взаимодействуют с образованием метаренийевой кислоты $HReO_4$
Вода	—	Не взаимодействует
Водород	800	Взаимодействует, восстанавливая до металлического рения
Воздух	—	Взаимодействует при нагревании, окисляя до $Re_2O_7$
Водорода перекись	—	Взаимодействует с образованием ренийевой кислоты
Водород хлористый (газообразный)	—	Взаимодействует при нагревании с образованием оксигалогенида
Кислород	—	Взаимодействует, окисляя до $Re_2O_7$
Кислота азотная	—	Взаимодействует с образованием метаренийевой кислоты
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием $H_2[ReCl_6]$
<b>ReO<sub>3</sub> [1; 446, т. 2; 450, т. 1]</b>		
Вода	—	Не взаимодействует
Водород, оловодухлористое	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая
Воздух	110	Взаимодействует, окисляя до $Re_2O_7$
Гидроокиси щелочных металлов (концентрированный раствор)	—	Взаимодействуют при нагревании по реакции $3ReO_3 + 2MeOH = 2MeReO_4 + ReO_2 + H_2O$

1	2	3
Гидроокиси щелочных металлов (расплавы)	—	Взаимодействуют в присутствии окислителей с образованием соли мезорениевой кислоты $Me_3ReO_5$
Кислота азотная	—	Взаимодействует с образованием рениевой кислоты $HReO_4$
Кислоты серная и соляная	—	Не взаимодействуют

### $Re_2O_7$ [1; 446, т. 2]

Вода	—	Взаимодействует с образованием рениевой кислоты
Водород	300	Взаимодействует, восстанавливая до $ReO_2$
»	500	Взаимодействует, восстанавливая до металлического рения
Рений	650	Взаимодействует в вакууме с образованием $ReO_2$
Рения пентахлорид	—	Взаимодействует с образованием оксихлорида рения $ReO_3Cl$ , при избытке $ReCl_5$ образуется окситетрахлорид $ReOCl_4$
Сероводород	80	Взаимодействует с образованием $Re_2S_7$
Спирт этиловый и метиловый, эфир, хлороформ, ацетон, уксусная кислота	—	Взаимодействуют, растворяя
Углерода окись	250	Взаимодействует по реакции $Re_2O_7 + CO = 2ReO_3 + CO_2$ под давлением 20 МПа по реакции $Re_2O_7 + 17CO = Re_2(CO)_{10} + 7CO_2$

### $OsO_2$ [1; 446, т. 2]

Вода	—	Не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Воздух	—	Взаимодействует, окисляя до $OsO_4$
Кислоты	—	Не взаимодействуют

1	2	3
<b>OsO<sub>4</sub> [1; 446, т. 2]</b>		
Вода	—	Растворяет без разложения
Водород	800	Взаимодействует, разлагая OsO <sub>4</sub> с образованием зеркала
Гидроокись калия	—	Взаимодействует с образованием K <sub>2</sub> [OsO <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ]
Кислота соляная (разбавленная)	—	Не взаимодействует
Кислота соляная (концентрированная)	—	Взаимодействует с выделением хлора и образованием OsCl <sub>4</sub>
Смесь калия хлористого и кислоты соляной	—	Взаимодействует с образованием хлороксоосмата K <sub>2</sub> [OsO <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ]
Смесь калия азотнокислого с окисью азота	—	Взаимодействует с образованием нитрооксоосмата K <sub>2</sub> [OsO <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> ]

**IrO<sub>2</sub> [1; 446, т. 2]**

Вода	—	Не взаимодействует
Водород	—	Взаимодействует, при нагревании, восстанавливая до металла
Кислоты азотная и серная	—	Не взаимодействуют
Кислота соляная	—	Взаимодействует с образованием комплексной кислоты H <sub>2</sub> IrCl <sub>6</sub>

**PtO [1; 446, т. 2]**

Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металлической губчатой платины
Кислота азотная + соляная	20	Взаимодействуют

1	2	3
---	---	---

**Au<sub>2</sub>O [446, т. 2; 450, т. 2]**

Аммиак (конц. раствор)	—	Взаимодействует с образованием Au <sub>3</sub> N·NH <sub>3</sub>
------------------------	---	--

**Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [446, т. 2; 450, т. 2]**

Водород иодистый	—	Взаимодействует по реакции $Au_2O_3 + 6HI = 2AuI + 2I_2 + 3H_2O$
Калия гидроксид (раствор)	—	Взаимодействует с образованием K[Au(OH) <sub>4</sub> ]·H <sub>2</sub> O

**HgO [1; 446, т. 2]**

Аммиак (раствор)	—	Взаимодействует с образованием основания Миллона [(ОНгг) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> ]ОН
Бром (пар, раствор)	—	Взаимодействует с образованием оксидброма HgBr <sub>2</sub> O
Водород	50	Взаимодействует, восстанавливая до металла
Водород цианистый (раствор)	—	Взаимодействует с образованием цианистой ртути Hg(CN) <sub>2</sub>
Водорода перекись	—	Взаимодействует с образованием перекиси HgO <sub>2</sub>
Железо 1—5 железистосинеродистое	—	Взаимодействует по реакции $9HgO + Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 9H_2O = 9Hg(CN)_2 + 4Fe(OH)_3 + 3Fe(OH)_2$
Иод	100	Взаимодействует с образованием HgI <sub>2</sub> и Hg(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Кислоты азотная, соляная	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей
Серы монохлорид	20	Взаимодействует по реакции $2HgO + 2S_2Cl_2 = 2HgCl_2 + SO_2 + 3S$
Хлор	20	Взаимодействует по реакции $2HgO + 2Cl_2 = Hg_2OCl_2 + Cl_2O$ , а при нагревании — по реакции $HgO + Cl_2 = HgCl_2 + 1/2O_2$

1	2	3
Хлористый тионил	160	Взаимодействует по реакции $\text{HgO} + 5\text{SOCl}_2 = \text{HgCl}_2 +$ $+ 3\text{SO}_2\text{Cl}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2$
Фтор	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $\text{HgF}_2$
Фосфор, фосфорноватистая кислота	—	Взаимодействуют, окисляясь

$\text{Tl}_2\text{O}$  [446, т. 1; 450, т. 2]

Бром, хлор, иод	—	Взаимодействуют с образованием галогенидов и выделением кислорода
Вода	—	Взаимодействует, растворяясь
Водород, углерода окись	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического таллия
Воздух, кислород	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием $\text{Tl}_2\text{O}_3$
Кислота азотная	—	Взаимодействует по реакции $\text{Tl}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = 2\text{TlNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Кислота уксусная	—	Взаимодействует по реакции $\text{Tl}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{COOH} =$ $= 2\text{TlCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$
Кремний четыреххлористый	360—370	Взаимодействует с образованием $\text{TlCl}$ и $\text{SiO}$
Сера	—	Взаимодействует при сплавлении с образованием сульфида таллия
Спирт этиловый	—	Взаимодействует по реакции $\text{Tl}_2\text{O} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2\text{TlOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Tl}_2\text{O}_3$  [446, т. 1; 450, т. 2]

Вода	—	Медленно взаимодействует, растворяя
Гидроокиси щелочных металлов	—	Медленно взаимодействуют, растворяя
Кислоты	—	Взаимодействуют, растворяя
Углерода окись	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до металла
Фтор	—	Взаимодействует с образованием $\text{TlF}_3$



1	2	3
---	---	---

**PbO** [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Аммоний хлористый	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $4\text{PbO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{PbCl}_2 \cdot 3\text{PbO} + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Вода	20	Растворяет 1,2 мг желтой окиси на 100 г воды и 0,6 г красной окиси на 100 г воды
Водород, бор, калий, карбид кальция, натрий, углерод, окись углерода	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического свинца
Гидроокиси щелочных металлов (концентрированные растворы)	—	Взаимодействуют с образованием гидрооксаплюмбатов $\text{Me}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ и $\text{Me}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$
Калия цианид	—	Взаимодействует при плавлении по реакции $\text{PbO} + \text{KCN} = \text{Pb} + \text{K} + \text{CO} + 1/2\text{N}_2$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием солей двухвалентного свинца
Кислород	400—500	Взаимодействует, окисляя до $\text{Pb}_3\text{O}_4$
Углерод, углерода окись	400—500	Взаимодействуют, восстанавливая до металлического свинца
Сера	—	Взаимодействует при нагревании с образованием сульфида
Сероуглерод	—	То же
Свинца селений	1100	Взаимодействует по реакциям $2\text{PbO} + \text{PbSe} = 3\text{Pb} + \text{SeO}_2;$ $3\text{PbO} + \text{PbSe} = 3\text{Pb} + \text{PbSeO}_3 \text{ и}$ $4\text{PbO} + \text{PbSe} = 4\text{Pb} + \text{PbSeO}_4$

**Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** [1; 446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Вода	—	Мало растворяет
Водорода перекись в присутствии азотной или серной кислот	—	Взаимодействует по реакциям $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{HNO}_3 = 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \text{ и}$ $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

1	2	3
Водород	250—350	Взаимодействует, восстанавливая до свинца
Воздух	550	Взаимодействует с образованием PbO и выделением кислорода
Калий азотнокислый (расплавленный)	—	Взаимодействует
Кислоты азотная, серная (разбавленная)	—	Взаимодействуют при нагревании с образованием солей двухвалентного свинца и двуокиси свинца
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{PbSO}_4 + 1/2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

**PbO<sub>2</sub>** [446, т. 1; 448, т. 1; 450, т. 1]

Вода	—	Взаимодействует медленно
Кислота бромистоводородная	—	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + 4\text{HBr} = \text{PbBr}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Гидроокись натрия	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $\text{PbO}_2 + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$
Кислота азотная + сернокислый марганец	—	Взаимодействует по реакции $5\text{PbO}_2 + 6\text{HNO}_3 + 2\text{MnSO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Кислота иодистоводородная	—	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + 4\text{HI} = \text{PbI}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Кислота соляная (концентрированная)	20	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} = \text{PbCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Кислота серная + марганец сернокислый	—	Взаимодействует по реакции $5\text{PbO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Оксиды основные	—	Взаимодействуют при сплавлении с образованием ортоплюмбатов Ca <sub>2</sub> PbO <sub>4</sub> , Ba <sub>2</sub> PbO <sub>4</sub> и др.

1	2	3
Серы двуокись	—	Взаимодействует с образованием $PbSO_4$
Фтор	20	Взаимодействует с образованием $PbF_2$ и $PbF_2 \cdot PbO$
Хлор	—	Взаимодействует при нагревании с образованием $PbCl_2$ и $PbCl_2 \cdot PbO$

**BiO [446, т. 1; 448, т. 1]**

Водород	300	Взаимодействует, восстанавливая до металлического висмута
Воздух влажный	—	Взаимодействует, окисляя
Кислота соляная	—	Взаимодействует по реакции $3BiO + 6HCl = 2BiCl_3 + Bi + 3H_2O$
Углерода двуокись	—	Взаимодействует по реакции $5BiO + CO_2 = 2Bi_2O_3 + Bi + CO$

**Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [446, т. 1; 448, т. 1]**

Алюминий, бор, водород, калия цианид, кальция карбид, углерод, окись углерода, щелочные металлы	—	Взаимодействуют при нагревании, восстанавливая до металлического висмута
Галогены	—	Взаимодействуют с образованием тригалогенидов и оксигалогенидов
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Не взаимодействуют
Гидроокиси щелочных металлов + бром	—	Взаимодействуют с образованием висмутатов $MeBiO_3$
Кислоты	—	Взаимодействуют с образованием соответствующих солей висмута
Натрия перекись	—	Взаимодействует при нагревании по реакции $Bi_2O_3 + 3Na_2O_2 = 2Na_3BiO_4 + 1/2O_2$

1	2	3
Свинца окись (расплав)		Взаимодействует с образованием соединений $2\text{PbO} \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3$ ; $2\text{PbO} \cdot 3\text{Bi}_2\text{O}_3$ ; $\text{PbO} \cdot 4\text{Bi}_2\text{O}_3$
<b>PbO</b> [446, т. 1]		
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)		Взаимодействуют с образованием солей
Кислоты		Взаимодействуют с образованием солей
<b>PbO<sub>2</sub></b> [446, т. 1; 450, т. 1]		
Водород	200	Взаимодействует, восстанавливая до металлического полония
Водород хлористый (газообразный)	200	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} = \text{PbCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
Гидроокиси щелочных металлов	—	Взаимодействуют с образованием полонитов $\text{Me}_2\text{PoO}_3$
Углерод четыреххлористый	200	Взаимодействует по реакции $\text{PbO}_2 + \text{CCl}_4 = \text{PbCl}_4 + \text{CO}_2$
<b>ThO<sub>2</sub></b> [1; 450, т. 2]		
Азот + углерод	200	Взаимодействует с образованием нитрида
Бор	1100	Взаимодействует с образованием боридов
Водород фтористый	—	Взаимодействует с образованием фторида
Гидроокиси щелочных металлов (растворы и расплавы)	—	Не взаимодействуют
Калий кислый сернокислый (расплав)	—	Взаимодействует с образованием сульфата
Кальций	1100—1300	Взаимодействует, восстанавливая до металлического тория
Кислота серная (концентрированная)	—	Взаимодействует с образованием сульфата

1	2	3
Кислоты (разбавленные)	—	Не взаимодействуют
Сера	1200—1300	Взаимодействует с образованием сульфидов
Смесь азотной кислоты с фторидом		Взаимодействует
Углерод	1800	Взаимодействует с образованием карбидов
Углерод четыреххлористый, углерода хлорокись, фосфор пятихлористый	—	Взаимодействуют с образованием хлорида

**Pa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** [450, т. 2]

Водород	1550	Взаимодействует, восстанавливая до PaO <sub>2</sub>
Кислота серная	—	Взаимодействует при нагревании
Кислота фтористоводородная	—	Взаимодействует с образованием комплексного соединения K <sub>2</sub> [PaF <sub>7</sub> ]
Натрий углекислый (расплав)	—	Не взаимодействует
Фтор	—	Взаимодействует при нагревании с образованием PaF <sub>5</sub>
Фосген	—	Взаимодействует при высокой температуре $\text{Pa}_2\text{O}_5 + 5\text{COCl}_2 = 2\text{PaCl}_5 + 5\text{CO}_2$

**UO<sub>2</sub>** [1; 450, т. 2]

Вода	20	Не взаимодействует
»	800	Взаимодействует с образованием U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Воздух	—	То же
Гидроокиси щелочных металлов (растворы)	—	Не взаимодействуют
Кислород	700	Взаимодействует, окисляя до UO <sub>3</sub>
Кислота азотная	25	Взаимодействует с образованием нитрата уранила $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

1	2	3
Кислоты серная, соляная	—	Взаимодействуют медленно с образованием солей $U(SO_4)_2$ и $UCl_4$
Кислота фтороводородная	—	Взаимодействует с образованием гидрата, переходящего при нагревании в безводную соль
Сера хлористая	450	Взаимодействует с образованием хлорида
Углерод четыреххлористый	450	То же
Хлор	—	Взаимодействует с образованием хлорида уранила $UO_2Cl_2$

$U_3O_8$  [1; 450, т. 2]

Азотный ангидрид (жидкий)		Взаимодействует с образованием $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2NO_2$
Водород	1500	Взаимодействует с образованием $UO_2$
Водород фтористый (газообразный)	550	Взаимодействует с образованием уранилфторида $UO_2F_2$ и фторида $UF_4$
Воздух	900	Взаимодействует с отщеплением кислорода и частичным переводом $U_3O_8$ в $UO_2$ , с которой $U_3O_8$ образует твердые растворы
Кислота азотная	25	Взаимодействует с образованием нитрата уранила $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$
Кислота серная, кислота соляная	25	Не взаимодействуют
Кислота серная + спирт	—	Взаимодействуют на солнечном свете с образованием сульфата $U(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$
Сера хлористая	450	Взаимодействует с образованием хлорида $UCl_4$
Углерода окись	750	Взаимодействует с образованием $UO_2$
Углерод четыреххлористый	400	Взаимодействует с образованием смеси $UCl_4$ и $UCl_5$
Хлор	800	Взаимодействует в присутствии угля с образованием $UCl_4$

1	2	3
Фтор	650	Взаимодействует с образованием гексафторида

$UO_3$  [1; 450, т. 2]

Азотноватый ангидрид (жидкий)	—	Взаимодействует с образованием $UO_2(NO_3)_2 \cdot 2NO_2$
Аммиак + фтористый водород	—	Взаимодействует с образованием фторида $UF_4$
Вода	—	Взаимодействует с образованием $H_2UO_4 \cdot H_2O$
Водород фтористый	350	Взаимодействует с образованием уранилфторида $UO_2F_2$
Дихлордифторметан	400	Взаимодействует по реакции $UO_3 + 2CF_2Cl_2 = UF_4 + Cl_2 + COCl_2 + CO_2$
Калий фтористый	850	Взаимодействует с образованием $KUO_3F$
Кислота азотная	25	Взаимодействует с образованием нитрата уранила
Кислота серная	25	Взаимодействует с образованием сульфата уранила
Кислота уксусная	—	Взаимодействует с образованием ацетата уранила
Сера хлористая	450	Взаимодействует с образованием $UCl_4$
Углерода окись	350	Взаимодействует, восстанавливаясь до $UO_2$
Углерод четыреххлористый	400	Взаимодействует с образованием смеси $UCl_4$ и $UCl_5$
Углерод четырехбромистый	—	Взаимодействует с образованием $UBr_3$ и $UOBr_3$



1	2	3
<b>NpO<sub>2</sub> [1; 450, т. 2]</b>		
Азота двуокись	400	Взаимодействует, окисляя до Np <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Алюминий бромистый	—	Взаимодействует по реакции $3\text{NpO}_2 + 4\text{AlBr}_3 = 3\text{NpBr}_4 + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
Водород + водород фтористый	500	Взаимодействует с образованием фторида NpF
Кислоты (концентрированные)	—	Взаимодействуют в присутствии окислителей (бромат калия)
Сероводород + сероуглерод	1000	Взаимодействуют с образованием оксосульфида NpOS
<b>Np<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
Кислота хлорная	—	Взаимодействует с образованием ионов пяти- и шестивалентного нептуния
Углерод четыреххлористый	—	Взаимодействует с образованием NpCl <sub>4</sub>
<b>PuO<sub>2</sub> [1; 450, т. 2]</b>		
Водород фтористый (газообразный)	600	Взаимодействует в присутствии водорода по реакции $\text{PuO}_2 + 3\text{HF} + 1/2\text{H}_2 = \text{PuF}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ в присутствии кислорода — по реакции $\text{PuO}_2 + 4\text{HF} = \text{PuF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
<b>AmO<sub>2</sub> [1; 450, т. 2]</b>		
Водород	—	Взаимодействует при нагревании, восстанавливая до Am <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Алюминий бромистый	550	Взаимодействует по реакции $3\text{AmO}_2 + 4\text{AlBr}_3 = 3\text{AmBr}_3 + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3/2\text{Br}_2$
Алюминий + иод	500	Взаимодействуют с образованием триодида
Углерод четыреххлористый	800	Взаимодействует по реакции $\text{AmO}_2 + 2\text{CCl}_4 = \text{AmCl}_3 + 2\text{COCl}_2 + 1/2\text{Cl}_2$



## 2. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА [1; 380—393; 455—465]

Состав катализатора	Условия проведения опыта	Катализируемые реакции
1	2	3

### $H_2O$ [1]

$H_2O$	—	Гидролиз хлорбензола натронной щелочью
$H_2O$	—	Гидролиз ди- и полигалогенпроизводных жирного ряда
$H_2O + Ca(OH)_2$	—	Гидролиз хлористого метила
$H_2O_2 + V_2O_5$	25—30° C	Окисление непредельных альдегидов, спиртов, кислот (эпоксилирование, окислирование)
$H_2O_2 + OsO_4$	25—30° C	То же
$H_2O_2 + CrO_3$	25—30° C	» »

### $Li_2O$ [1]

$LiO + NiO$ , промотированные $In_2O_3$		Разложение $N_2O_4$
---	--	---------------------

### $BeO$ [1]

$BeO + MgO$ на пемзе, промотированные $CeO_2$	400—800° C	Дегидрирование вторичных спиртов
$BeO$	400—600° C, 30—60 МПа	Изосинтез
$BeO$	—	Дегидратация метилтетрагидрофурана
$BeO$	400—450° C	Изомеризация полиэтиленовых углеводов
$BeO + UO_2$	500—600° C	Окисление метана в формальдегид

### $B_2O_3$ [1]

$B_2O_3 + Al_2O_3$	—	Крекинг парафиновых углеводородов $C_7—C_{16}$
$B_2O_3 + MgO$	180—200° C	Окисление аммиака до закиси азота
$B_2O_3 + MgO +$ + кислые фосфаты	—	Гидратация олефинов

1	2	3
<b>NO [1]</b>		
NO	—	Термическое хлорирование хлороформа
NO	—	Получение серной кислоты
<b>NO<sub>2</sub> [1]</b>		
NO <sub>2</sub>	—	Окисление бензола в фенол
<b>Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [1]</b>		
N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—	Окисление аммиака
<b>MgO [1]</b>		
MgO	250—400° C	Восстановление непредельных альдегидов и кетонов
MgO	400—450° C	Гидратация ацетилена
MgO + CaO	—	Разложение закиси азота
MgO + SnO	—	Разложение перекиси водорода
MgO + Co	200° C	Реакция Фишера—Тропша
MgO + NiO	800° C	Крекинг углеводородов
MgO + ZrO <sub>2</sub>	400° C, 500 кПа	Конверсия углеводородов
MgO + B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	180—200° C	Окисление аммиака до закиси азота
MgO + ZnO на пемзе, промотиро- ванные CeO <sub>2</sub>	—	Дегидрирование вторичных спиртов
MgO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + + CuO + K <sub>2</sub> O	550—630° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
MgO + SiO <sub>2</sub> + C(н)	—	Дегидратация и дегидрирование спиртов
MgO + SiO <sub>2</sub> + + ZrO <sub>2</sub> (н)	—	Изомерация парафиновых углеводородов
MgO + SnO <sub>2</sub> + + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Получение дивинила из этилового спирта по Лебедеву
MgO + SiO <sub>2</sub>	—	Крекинг углеводородов
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1, 455—458, 460, 462, 463, 465]</b>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	260° C	Образование ароматических углеводородов

1	2	3
$\text{Al}_2\text{O}_3$	260° C	Дегидратация спиртов, глицерина
$\text{Al}_2\text{O}_3$	350—360° C	Полимеризация пропилена, изобутилена, циклоолефинов
$\text{Al}_2\text{O}_3$	325° C	Гидролиз простых эфиров
$\text{Al}_2\text{O}_3$	530—540° C	Кетонизация первичных спиртов
$\text{Al}_2\text{O}_3$ на карборунде	360—380° C	Окисление фурфурола
$\text{Al}_2\text{O}_3$	300° C	Перемещение двойной связи гомологов бензола с алкильными цепями
$\text{Al}_2\text{O}_3$	195° C	Разложение $\text{HBr}$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	—	Дегидратация этилового спирта с конденсацией
$\text{Al}_2\text{O}_3$	—	Каталитический крекинг углеводородов
$\text{Ag} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	565° C	Окисление этилена
$\text{Al}_2\text{O}_3$	275° C	Этерификация этилового спирта в этилацетат
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	600° C	Дегидратация карбонильных и карбоксильных соединений
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	120—370° C, 2,6—42 МПа	Гидратация олефинов
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Mo}_2\text{O}_3$	460° C	Изомеризация н-пентана
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_5$	400—500° C	Изомеризация циклогексана в метилциклопентены
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	560—580° C	Дегидрирование парафинов и олефинов
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$	400—550° C	Синтез аммиака
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}$	560° C	Дегидрирование н-бутана, пропана, этилбензола
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$	575—700° C	Дегидрирование н-бутана
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}$	550° C	Дегидрирование н-гексана, н-гептана, циклогексана
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$	475—530° C	Реформинг лигроина Синтез аммиака
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 +$ + промотированные $\text{CeO}_2$	300° C	Декарбоксилирование жирных кислот и эфиров

1	2	3
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	—	Крекинг индивидуальных углеводородов
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	250—400° C	Синтез цианистого водорода из формамида
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	250—400° C	Восстановление карбонильных соединений
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Замещение галогена или сульфогруппы
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Окисление гипофосфита натрия до фосфита
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Превращение формальдегида
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Дегидрогенизация жирных кислот
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Получение аминов восстановительным алкилированием
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Дегалогенирование
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Дегидрирование бензола
Pd на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Гидрирование жиров
Pt на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	80° C, $p_{\text{H}_2} = 15 \text{ МПа}$	Гидрирование тере- и изофталонитрилов
(Pt + Pd) на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Окисление окиси углерода
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} + \text{SiO}_2$	400—600° C	Окисление сернистого ангидрида
Ni на $\text{Al}_2\text{O}_3$	800—1100° C	Конверсия метана
(Pt + Pd) на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Окисление окиси углерода
Ni, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	300—350° C	Очистка выхлопных газов от окислов азота
Pd на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	—	Очистка от окислов азота
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$	—	Крекинг парафиновых углеводородов ( $\text{C}_7$ — $\text{C}_{16}$ )
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2 + \text{MgO}$	—	Получение дивинила из этилового спирта по Лебедеву
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	—	Полимеризация углеводородов
$\text{V}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_5 + \text{SiO}_2$	485° C	Окисление сернистого ангидрида
$\text{MnO}_2$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$ (н)	350—450° C	Окисление метана
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	—	Разложение перекиси водорода

1	2	3
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CuO}$	250—350° C	Окисление углеводов
$\text{ZnO} + \text{Al}_2\text{O}_3$	650° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
$\text{SrO} + \text{Al}_2\text{O}_3$	—	Разложение закиси азота
$\text{MoO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	—	Риформинг углеводов
$\text{CeO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	200—300° C	Окисление окиси углерода
$\text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	400—600° C	Дегидрирование спиртов $\text{C}_2\text{—C}_{12}$

**$\text{SiO}_2$  [1, 455, 456, 458, 461, 462, 465]**

$\text{SiO}_2$	—	Разложение аммиака
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	425—550° C	Крекинг углеводов
$\text{SiO}_2 + \text{MgO}$	—	Крекинг углеводов
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	—	Полимеризация углеводов
$\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$	—	Полимеризация углеводов
$\text{SiO}_2 + \text{CaO}$	—	Изомеризация углеводов
$\text{MgO} + \text{SiO}_2 + \text{Cu}$	—	Дегидратация и дегидрирование спиртов
Ni на $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (н)	250—350° C, 2,5 МПа	Изомеризация углеводов
Pt на $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (н)	—	Изомеризация ароматических углеводов
Pt на $\text{SiO}_2$ (н)	900° C, 13 МПа	Гидрирование терефталонитрила
$\text{SiO}_2$	560° C	Дегидроциклизация н-гептана
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	550—750° C	Неполное окисление метана
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	600° C	Дегидратация карбонильных и карбоксильных соединений
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	120—370° C	Гидратация олефинов
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	—	Крекинг индивидуальных углеводов
$\text{MnO}_2 + \text{SiO}_2$	410° C	Парофазное окисление метилпиридинов в альдегиды

**$\text{P}_2\text{O}_5$  [1; 389; 457; 464]**

$\text{P}_2\text{O}_5$	25—45° C	Изомеризация 1-фенилпентена-1
$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$	25—45° C	Изомеризация углеводов (бутен-1)

1	2	3
$V_2O_5 + MoO_3 + P_2O_5 + TiO_2$	410° C	Парофазное окисление метил- пиридинов в альдегиды
$V_2O_5 + MoO_3 + P_2O_5 + TiO_2$	410° C	Дегидратация этилового спирта
$MoO_3 + V_2O_5 + P_2O_5 + NaO + NiO$ на $ZrO_2$	350—450° C	Окисление бензола в малеиновый ангидрид

### SO<sub>2</sub> [1]

SO <sub>2</sub>	290° C	Полимеризация жирных масел
SO <sub>2</sub>	—	Полимеризация изобутилена, спирта, метилметакрилата
SO <sub>2</sub>	—	Полимеризация льняного масла
SO <sub>2</sub>	—	Сополимеризация льняного масла со спиртом
SO <sub>2</sub>	140—160° C	Полимеризация винилуксусной кислоты
SO <sub>2</sub>	—	Разложение гидроперекисей
SO <sub>2</sub>	—	Цис-транс-превращение эфиров олеиновой кислоты и других жирных кислот

### K<sub>2</sub>O [1, 375, 382, 387]

$Fe + K_2O + Al_2O_3$ (н)	—	Синтез аммиака
$BeO + Fe_2O_3 + K_2O$ , промоти- рованные $CeO_2$	400—800° C	Дегидрирование вторичных спир- тов
$MgO + Fe_2O_3 + CuO + K_2O$	550—630° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
$V_2O_5 + K_2O + Al_2O_3 + SiO_2$	485° C	Окисление сернистого ангидрида
$Co_2O_3 + Al_2O_3 + K_2O$	—	Синтез метана
$ZrO_2 + Fe_2O_3 + K_2O$	650° C	Дегидрирование бутена в бута- диен

### CaO [1, 465]

CaO	400—450° C	Гидратация ацетилена
CaO	—	Цианидный синтез

1	2	3
CaO	—	Разложение аммиака
CaO	—	Окисление уксусной кислоты в ацетон
MgO + CaO	—	Разложение закиси азота
SiO <sub>2</sub> + CaO	—	Изомеризация углеводов
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O + + CaO + SiO <sub>2</sub>	485° C	Окисление сернистого ангидрида

### Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [455]

Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	400° C	Дегидратация и дегидрирование этилового спирта
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	175—275° C	Пара-орто-конверсия водорода
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350—450° C	Превращение изопропилового спирта

### TiO<sub>2</sub> [1; 464]

TiO <sub>2</sub>	—	Дегидроциклизация парафинов
TiO <sub>2</sub>	—	Дегидратация этилового, о-аминофенилэтилового спиртов
TiO <sub>2</sub>	—	Дегидрогенизация спиртов
TiO <sub>2</sub>	—	Изомеризация олефинов
TiO <sub>2</sub>	—	Гидролиз простых эфиров
TiO <sub>2</sub>	300° C	Гидролиз сложных эфиров
TiO <sub>2</sub>	150—400° C	Окисление окиси углерода
TiO <sub>2</sub>	—	Разложение муравьиной кислоты
TiO <sub>2</sub>	—	Приготовление алифатических аминов из спиртов и аммиака
TiO <sub>2</sub> на активированном угле	—	Этерификация уксусной кислоты этиловым спиртом
TiO <sub>2</sub>	510° C	Дегидроциклизация н-гептана
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> + + TiO <sub>2</sub> + ZrO <sub>2</sub>	—	Крекинг индивидуальных углеводов
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + MoO <sub>3</sub> + + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + TiO <sub>2</sub>	410° C	Парофазное окисление метилпиридинов в альдегиды

### VO<sub>2</sub> [1]

VO <sub>2</sub>	—	Окисление бензола в фенол
-----------------	---	---------------------------



1	2	3
$V_2O_4$ [1]		
$V_2O_4 + V_2O_5$	500° C	Окисление двуокиси серы
$V_2O_5$ [1, 458]		
$V_2O_5$ на асбесте, пемзе	300—500° C	Окисление бензола, толуола, фенантрена, циклогексана
$V_2O_5$ на алунде, плавленная $V_2O_5 + SnO_2$	410—470° C	Окисление нафталина в нафтохинон, фталевый ангидрид, $CO_2$ , $H_2O$
$V_2O_5 + SnO_2$ на пемзе	—	Окисление нафталина во фталевый ангидрид
$V_2O_5$ , $V_2O_5$ на асбесте	400—500° C	Окисление олефиновых углеводородов
$V_2O_5$ на асбесте, пемзе	400° C	Окисление метана в $CO_2$ и $H_2O$
$V_2O_5$	400° C	Окисление бутана в малеиновую и уксусную кислоты, формальдегид
$V_2O_5$ на пемзе	300—400° C	Окисление пиридина, фурфурола
$V_2O_5$	300° C	Окисление метилового спирта в формальдегид
$V_2O_5$	400° C	Гидрогенизация крезола, олефинов, диолефинов, ацетилена
$V_2O_5$	—	Дегидрирование азотсодержащих соединений
$V_2O_5$	400—500° C	Гидратация ацетилена
$V_2O_5$	380—400° C, $P_{H_2} = 4$ МПа	Превращение спиртов в парафиновые углеводороды
$V_2O_5$ на $Al_2O_3$	475—510° C	Циклизация гептана
$V_2O_5$	200—380° C	Окисление фурфурола, фуранкарболовой кислоты, тетрагидрофурана, фурана
$V_2O_5 + MoO_3$ ; $V_2O_5 + MoO_3 + P_2O_5 + TiO_2$	410° C	Парофазное окисление метилпиридинов в альдегиды
$V_2O_5 + K_2O + Al_2O_3 (CaO) + SiO_2$	485° C	Окисление сернистого ангидрида
$H_2O_2 + V_2O_5$	25—30° C	Окисление непредельных альдегидов, спиртов, кислот



1	2	3
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} + \text{SiO}_2$	400—500° C	Изомеризация циклогексана в метилциклопентены
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} + \text{SiO}_2$	400—600° C	Окисление сернистого ангидрида

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  [1; 458, 459, 462]

$\text{Co} + \text{Ni} + \text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Дегидратация и дегидрирование спиртов
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Дегидрирование алканов и цикланов
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	490° C	Дегидрогенизация и дегидроциклизация метилциклогексана
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + \text{MnO}_2$	400° C	Декарбонилирование фурфурола
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	200—350° C	Гидрирование олефинов
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	400—450° C	Гидратация ацетилен
Ni на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	140° C	Гидрирование бензола
Ni на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	—	Гидрирование окиси углерода
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	500—550° C	Ароматизация парафиновых углеводородов
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	490° C	Изомеризация парафиновых углеводородов
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	—	Полимеризация этилена в полиэтилен
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$	—	Синтез спиртов из CO и $\text{H}_2$
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Получение водорода из конверсионного газа
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	275—300° C	Превращение спиртов в кетоны
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	275° C	Этерификация этилового спирта в этилацетат
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	350—450° C	Окисление метана
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Окисление альдегида в ацетальдегид, формальдегид, $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Окисление сернистого газа
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	475° C	Циклизация гептана
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	250° C	Перемещение двойной связи гомологов бензола с алькильными цепями

1	2	3
Ni на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	100—130° C	Гидрирование жиров
Ni на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	135° C, $p_{\text{H}_2} = 1,5 \text{ МПа}$	Гидрирование хлопкового масла
(Ni + Cu) на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	300—700° C	Сорбция водорода
Ni на $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (н)	20—60° C	Гидрирование органических соединений (циклогексан, фурфурол) в 96%-ном этаноле
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	500—650° C	Дегидрирование бутана
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + \text{MnO}$	300—500° C	Парофазное декарбонилирование фурфурола, смесей метилфурфурола с фурфуролом
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	25—30° C	Окисление непредельных альдегидов, спиртов, кислот
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	560—580° C	Дегидрирование парафинов и альдегидов
$\text{MnO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Окисление ацетилена в ацетон
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	450—500° C	Конверсия окиси углерода
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$	560—630° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
(CuO + $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) на $\text{Al}_2\text{O}_3$	165° C	Очистка выхлопных газов от окислов азота
$\text{ZnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$		Синтез метанола
$\text{ZnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$		Конверсия окиси углерода

### МnO [1]

MnO	—	Дегидрогенизация этилового спирта
MnO	400—460° C	Получение кетонов из карбоновых кислот и их смесей
MnO	—	Разложение муравьиной кислоты
MnO	—	Дегидратация органических кислот
Fe + MnO	440° C	Гидратация ацетилена

1	2	3
$\text{MnO} + \text{B}_2\text{O}_3 +$ + кислые фосфаты $\text{MnO} + \text{SiO}_2$	410° C	Гидратация олефинов Парофазное окисление метил- пиридинов в альдегиды

### $\text{Mn}_2\text{O}_3$ [1; 464]

$\text{Mn}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	350—450° C	Окисление метана
$\text{Mn}_2\text{O}_3$	—	Разложение заиси азота
$\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$	—	Окисление окиси углерода

### $\text{MnO}_2$ [1; 459]

$\text{MnO}_2$	150—200° C	Окисление ацетилена
$\text{MnO}_2$ на пемзе	400—450° C	Окисление бензола до бензальде- гида
$\text{MnO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	—	Окисление ацетилена в ацетон
$\text{MnO}_2$	—	Разложение перекиси водорода
$\text{MnO}_2$	—	Получение водорода из конверси- онного газа
$\text{MnO}_2$	—	Окисление аммиака
$\text{MnO}_2$	360—380° C	Окисление пропилена
$\text{MnO}_2$	—	Разложение хлорноватистого ка- лия
$\text{MnO}_2$	275—300° C	Превращение спиртов в кетоны
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$	—	Синтез спиртов из окиси углеро- да и водорода
$\text{U}_2\text{O}_3 + \text{ThO}_2 +$ + $\text{MnO}_2 + \text{Ni} + \text{Co}$ на кизельгуре	—	Синтез бензина из $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

### $\text{FeO}$ [1]

$\text{FeO}$	—	Синтез метана, формальдегида
$\text{FeO}$	—	Гидрогенизация нафталина
$\text{FeO}$	—	Гидрогенизация тяжелых масел в легкие масла
$\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$	450—500° C	Синтез аммиака

### $\text{Fe}_2\text{O}_3$ [1; 457—459; 462; 465]

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} +$ + $\text{K}_2\text{O}$	—	Синтез аммиака
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	500—550° C	Крекинг нефтяных продуктов
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$	450—500° C	Конверсия окиси углерода
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 +$ + $\text{K}_2\text{O}$	560—630° C	Дегидрирование этилбензола в стирол

1	2	3
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$	680° C 210—340° C	Окисление двуокиси серы Окисление окиси углерода, пропилена
$\text{Fe} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{ZrO}_2$	500° C 550—600° C — 240—275° C, 4,9—7,0 МПа	Окисление окиси углерода Окисление аммиака Окисление н-толуоловой кислоты до терефталевой
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} +$ $+n \text{SiO}_2$ $\text{ZrO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$	— 250° C — 420—470° C 150—500° C 680—720° C 650° C	Разложение перекиси водорода Разложение бромистого водорода Хлорирование пропилена Гидратация ацетилена Окисление окиси углерода Окисление сернистого ангидрида Дегидрирование бутена в бутадие

#### $\text{Fe}_3\text{O}_4$ [1; 457]

$\text{Fe}_3\text{O}_4$	700—800° C	Получение водорода из конверсионного газа
-------------------------	------------	---

#### $\text{CoO}$ [1]

$\text{CoO}$ $\text{CoO}$ $\text{CoO}$	— 150—260° C —	Разложение закиси азота Гидрирование антрацена Гидрогенизация нафталина, древесины, тяжелых масел в легкие масла
$\text{CoO}$ $\text{CoO}$	— —	Синтез метана, формальдегида Разложение метана

#### $\text{Co}_2\text{O}_3$ [1]

$\text{Co}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{CuO} +$ $+ \text{MnO}_2$ $\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$	— — — 275—300° C — — — —	Окисление окиси углерода Разложение перекиси водорода Окисление пропилена Превращение спиртов в кетоны Гидрирование анилина Синтез углеводородов, богатых олефинами, окиси углерода и водорода Синтез метана
---	---	--

#### $\text{Co}_3\text{O}_4$ [1; 457—459]

$\text{Co}_3\text{O}_4$ $\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{CuO} +$ $+ \text{MnO}_2 + \text{NiO}$	350—450° C — — —	Окисление метана Окисление аммиака Полное окисление водорода, углерода, метана
---	---------------------------	--

1	2	3
---	---	---

### NiO [1]

NiO на пемзе	400—450° C	Окисление бензола в малеиновую кислоту
NiO	150—200° C	Окисление ацетилен
NiO на асбесте	100—350° C	Окисление метана
NiO	180—250° C	Окисление окиси углерода, пропилен
NiO	—	Разложение метана
NiO	—	Разложение перекиси водорода
NiO	—	Разложение закиси азота
NiO	—	Гидрирование ненасыщенных соединений
NiO	240° C	Гидрирование анизола
NiO	—	Гидрирование ароматических кислот, аминов
NiO	—	Гидрирование окиси углерода
NiO	—	Гидрогенизация нафталина, древесины, тяжелых масел в легкие масла
NiO	—	Крекинг нефтяных продуктов
NiO на алюмосиликате	—	Полимеризация легких олефиновых углеводородов
NiO+Li <sub>2</sub> O, промотированные In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Разложение N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
MgO+NiO	400° C	Крекинг углеводородов
MoO <sub>3</sub> +NiO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; WO <sub>3</sub> +NiO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	550—590° C	Гидрокрекинг n-парафиновых углеводородов

### Cu<sub>2</sub>O [1, 464]

Cu <sub>2</sub> O	150—250° C	Окисление окиси углерода
Cu <sub>2</sub> O	—	Окисление этилена
Cu <sub>2</sub> O на пемзе, карбиде кремния	350—450° C	Окисление пропилен в акролеин, CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
Cu <sub>3</sub> O	200—300° C	Разложение закиси азота

### CuO [1, 459, 464, 465]

CuO	150—400° C	Окисление окиси углерода
CuO на асбесте	250—350° C	Окисление метана до CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O и формальдегида
CuO	150—200° C	Окисление ацетилен
CuO	150° C	Окисление бензола перекисью водорода в бензохинон и малеиновую кислоту
CuO на пемзе	—	Окисление фенантрена до фталевой кислоты
CuO	—	Разложение закиси азота

1	2	3
CuO	—	Синтез метанола
CuO	200—210° C, 1,4—1,8 МПа	Гидрирование антрацена
CuO	—	Дегидратация спиртов
CuO	—	Дегидрирование алканов и цикланов
CuO на активированном угле	—	Превращение мышьяковистого ангидрида в пятиокись мышьяка
CuO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	300—400° C, 2 МПа	Восстановление эфиров карбоновых кислот
CuO+WO <sub>3</sub> на активированном угле	—	Гидратация этиленовых углеводородов
CuO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:1)	250—350° C	Окисление углеводородов
(CuO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	165° C	Очистка выхлопных газов от окислов азота
MgO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CuO+K <sub>2</sub> O	550—630° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
ThO <sub>2</sub> +CuO	200—450° C	Этерификация этилового спирта
ZnO [1; 455; 461; 462]		
Cu+ZnO	—	Синтез метанола
ZnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	» »
ZnO	—	» »
ZnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +K <sub>2</sub> O	490° C; 2,4 МПа	Синтез метанола и высших спиртов из СО и Н <sub>2</sub>
ZnO+MnO <sub>2</sub> +Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +K <sub>2</sub> O	—	Синтез метанола и высших спиртов из СО и Н <sub>2</sub>
ZnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Синтез метана
ZnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Конверсия окиси углерода
ZnO+SnO <sub>2</sub>	—	Окисление метана в формальдегид, СО <sub>2</sub> и Н <sub>2</sub> O
ZnO	—	Окисление ацетилена в ацетон
ZnO	—	Окисление спиртов в альдегиды и кетоны
ZnO	—	Окисление уксусной кислоты в ацетон
ZnO+Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Гидрирование насыщенных соединений
ZnO+Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Дегидрирование бутенов
ZnO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	650° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
Ni на ZnO (н)	350° C; 30 МПа	Гидрирование бензола
ZnO	—	Дегидрогенизация спиртов
ZnO	—	Дегидратация уксусной кислоты
ZnO	400—450° C	Гидратация ацетилена
ZnO	275—300° C	Превращение спиртов в кетоны
ZnO	0—150° C	Дейтеро-водородный обмен
ZnO	—	Конверсия водяного газа
Ni на ZnO (н)	250—450° C	Гидрирование аллилового спирта

1	2	3
ZnO ZnO+ZnCrO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> O Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZnO+MnO	513° C 300° C, 2,5 МПа 300—500° C	Дегидроциклизация н-гептана Синтез метанола  Парофазное декарбонилирование фурфуrolа, смесей метилфурфу- rolа с фурфуролом

#### Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]

Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZnO	—	Дегидрирование бутенов
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Разложение окиси азота
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Синтез перекиси водорода
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Окисление аммиака

#### GeO [1]

GeO	—	Взаимодействие спиртов с аммиа- ком и анилином
-----	---	---

#### GeO<sub>2</sub> [1]

GeO <sub>2</sub>	265° C	Полимеризация этилентеревтала- та
GeO <sub>2</sub>	—	Взаимодействие окиси углерода с аммиаком
GeO <sub>2</sub>	250—400° C	Окисление окиси углерода

#### As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [1]

As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	Окисление сернистого газа кисло- родом в серный ангидрид
--------------------------------	---	---

#### SeO<sub>2</sub> [1]

SeO <sub>2</sub>	—	Гидролиз азотсодержащих соеди- нений нафталинового ряда
------------------	---	--

#### Pb<sub>2</sub>O [1]

Fe+Pb <sub>2</sub> O (n)	—	Синтез Фишера—Тропша
Fe+Pb <sub>2</sub> O (n)	—	Синтез аммиака
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Pb <sub>2</sub> O (n)	—	Дегидрирование бутилена в бута- диен
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Pb <sub>2</sub> O (n)	—	Дегидрирование этилбензола в стирол

#### SrO [1]

SrO SrO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	400—450° C	Гидратация ацетилена Разложение закиси азота
---	------------	---



1	2	3
---	---	---

### $Y_2O_3$ [1; 455]

$Y_2O_3 + Dy_2O_3 + \frac{1}{2} + Gd_2O_3 + Er_2O_3 + Eu, Tb, Ho, Tu, Yb$ $Y_2O_3$	400° C	Разложение этилового спирта на $C_2H_4$ и $CH_3CHO$
$Y_2O_3$	400—430° C	Дегидрирование метилового спирта на $CO$ и $H_2$
$Y_2O_3$	—	Дегидрирование и дегидратация $n$ - и $изо-C_3H_7OH$ , $n-C_4H_9OH$
$Y_2O_3$	350—360° C	Дегидрирование и дегидратация этилового спирта, метанола
$Y_2O_3 \cdot H_2O$	—	Дегидрирование тетралина в нафталин
$Y_2O_3$	110—270° C	Пара-орто-конверсия водорода
$Y_2O_3, Y_2O_3$ на $Al_2O_3$	500—560° C	Дегидрирование и дегидроциклизация углеводородов
$Y_2O_3$	350—450° C	Превращение изопропилового спирта
$Y_2O_3$	385—430° C	Кетонизация $n$ -бутилового спирта

### $ZrO_2$ [1]

$ZrO_2$	600—1900° C	Разложение окиси азота
$ZrO_2$	475° C	Циклизация гептана
$ZrO_2$	400—450° C	Получение кетонов из карбоновых кислот и их смесей
$ZrO_2$	500—1200° C	Гидрокрекинг минеральных масел
$ZrO_2$	300—390° C	Дегидратация спиртов
$ZrO_2$	400—450° C	Конверсия спирта в бутadiен
$ZrO_2$	200—500° C	Конденсация $C_6H_5COCH_3$ в стирол
$ZrO_2$	—	Гидролиз $C_6H_5Cl$ и $C_6H_5Br$
$ZrO_2 + Fe_2O_3 + K_2O$	650° C	Дегидрирование бутена в бутadiен
$ZrO_2$ на $SiO_2$	300° C	Синтез бутadiена из этилового спирта и уксусного альдегида
$ZrO_2 + SiO_2$	204—260° C	Полимеризация моноолефинов со спиртом
$ZrO_2$ на $SiO_2$	—	Окисление нафталина в нафтохинон
$ZrO_2 + Fe_2O_3 + Co_2O_3$	200—425° C	Очистка бензина от $N_2, S_2, O_2, As$
$Ni + ZrO_2 + ThO_2$	225—275° C	Гидрогенизация диизобутилена
$Co + ZrO_2$ на пемзе	150—500° C	Гидрогенизация полимербензинов
$Pt + ZrO_2$	570° C	Гидрирование циклогексана
$Pt + ZrO_2$	—	Изомеризация нафталина
$Pt + ZrO_2$	500—1200° C	Окисление этилена

### $NbO_2$ [1]

$NbO_2$	—	Окисление бензола в фенол
---------	---	---------------------------



1	2	3
<b>MoO<sub>2</sub> [1; 457]</b>		
MoO <sub>2</sub>	—	Окисление толуола до бензойной кислоты
MoO <sub>2</sub>	—	Деструктивное гидрирование углеводов
MoO <sub>2</sub>	120—200° C	Гидрирование антрацена
MoO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Риформинг углеводов
<b>MoO<sub>3</sub> [1; 457; 458]</b>		
MoO <sub>3</sub>	—	Гидрирование насыщенных соединений
MoO <sub>3</sub>	—	Изомеризация углеводов
MoO <sub>3</sub> , промотированная CeO <sub>2</sub>	—	Окисление метанола
Co+MoO <sub>3</sub>	—	Гидродесульфирование
MoO <sub>3</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	490—530° C	Риформинг углеводов
MoO на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	460—535° C	Разложение закиси азота
MoO <sub>3</sub>	300—400° C, 20 МПа	Окисление бензола
MoO <sub>3</sub>	370° C	Окисление метилоктатетраена, фурфура
MoO <sub>3</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	490° C	Дегидроциклизация н-гептана
MoO <sub>3</sub>	440—480° C, 0,8—1,0 МПа	Обессеривание кислородсодержащих веществ
MoO <sub>3</sub> +NiO+MgO	4500° C, 20 МПа	Парофазная гидрогенизация угля
MoO <sub>3</sub> +NiO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	550—590° C	Гидрокрекинг н-парафиновых углеводов
MoO <sub>3</sub> +V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Na <sub>2</sub> O+NiO на ZrO <sub>2</sub>	350—450° C	Окисление бензола в малеиновый ангидрид
MoO <sub>3</sub> +Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	400—500° C	Окислительный аммонолиз пропилена
<b>RuO [1]</b>		
RuO	—	Гидрирование ненасыщенных соединений
<b>RuO<sub>2</sub> [1]</b>		
RuO <sub>2</sub>	20—100° C	Гидрогенизация органических соединений
<b>PdO [1]</b>		
PdO на SiO <sub>2</sub>	300—450° C	Окисление метана
PdO на алюмосиликате	—	Полимеризация легких олефиновых углеводов

1	2	3
<b>Ag<sub>2</sub>O [1]</b>		
Ag+Ag <sub>2</sub> O	—	Окисление этилена
Ag <sub>2</sub> O	80—140° C	Окисление окиси углерода
Ag <sub>2</sub> O на SiO <sub>2</sub>	275—380° C	Окисление нафталина
Ag <sub>2</sub> O	400—450° C	Окисление нефтенов, терпенов
Ag <sub>2</sub> O на карборунде	360—380° C	Окисление фурфурола
Ag <sub>2</sub> O+V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + +MoO <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> на SiO <sub>2</sub>	450—530° C	Окисление бензола
Ag <sub>2</sub> O на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Гидратация ацетилена
<b>CdO [1; 462]</b>		
CdO	275—300° C	Превращение спиртов в кетоны
CdO+In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Разложение закиси азота
CdO+CaO+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	Синтез ацельдегида из ацетилена
<b>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25° C	Окисление аммиака в растворе четырёххлористого углерода
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Разложение закиси азота
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	400° C	Дегидрирование и дегидратация этилового спирта
<b>SnO, SnO<sub>2</sub> [1; 457]</b>		
SnO	400—450° C	Гидратация ацетилена
SnO <sub>2</sub>	—	Разложение аммиака
SnO <sub>2</sub> +Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	480° C	Неполное окисление пропилена
SnO <sub>2</sub> +Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Окислительный аммонолиз пропи- лена
MgO+SnO <sub>2</sub>	—	Разложение перекиси водорода
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +SnO <sub>2</sub> на пемзе	—	Окисление нафталина во фтале- вый ангидрид
SnO <sub>2</sub> +ZnO	—	Окисление метана в формальде- гид, CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
<b>Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]</b>		
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SnO <sub>2</sub>	480° C	Неполное окисление пропилена
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Разложение бромистого водорода
<b>TeO<sub>2</sub> [1]</b>		
TeO <sub>2</sub>	310—340° C	Окисление пропилена
<b>BaO, Ba<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [1; 462]</b>		
BaO	400—450° C	Гидратация ацетилена
BaO+SiO <sub>2</sub> +K <sub>2</sub> O+ +V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Окисление сернистого ангидрида
BaO+Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	—	Окисление аммиака
Ba <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Ag (n)	400—450° C	Окисление этилена

1	2	3
---	---	---

### $\text{La}_2\text{O}_3$ [1; 455]

$\text{La}_2\text{O}_3$	360—350° C	Дегидрогенизация и дегидратация этилового и изопропилового спиртов
$\text{La}_2\text{O}_3$	460—500° C	Разложение закиси азота
$\text{La}_2\text{O}_3$	—	Дегидратация метилтетрагидрофурана
$\text{Co} + \text{La}_2\text{O}_3 (n)$ на кизельгуре	—	Гидрирование окиси углерода в углеводороды
$\text{La}_2\text{O}_3$	—	Окисление окиси углерода
$\text{La}_2\text{O}_3, \text{La}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	543—584° C	Дегидрирование циклогексана
$\text{La}_2\text{O}_3$	20—(—78° C)	Гидрирование этилена
$\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	575° C	Дегидрирование н-бутана
$\text{La}_2\text{O}_3 (n)$	—	Кетонизация н-бутилового спирта
$\text{La}_2\text{O}_3$ на кварце, асбесте	275—325° C	Этерификация кислот спиртами

### $\text{CeO}_2$ [1; 455; 459]

$\text{CeO}_2$	—	Окисление окиси углерода
$\text{CeO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	200—300° C	Окисление окиси углерода
$\text{CeO}_2 + \text{Pd} + \text{ThO}_2$	480—800° C	Конверсия метана
$\text{CeO}_2 + \text{Ni}$	—	» »
$\text{CeO}_2 + \text{Cu} (n)$	200° C	Окисление метанола до альдегида
$\text{CeO}_2$	—	Окисление бензола в фенол
$\text{CeO}_2$	450° C	Синтез Фишера—Тропша с получением изобутана
$\text{CeO}_2 + \text{MgO}$	300—600° C	Дегидрирование этилбензола в стирол
$\text{CeO}_2$	600—675° C	Дегидрирование этилнафталина
$\text{CeO}_2$	350—360° C	Дегидрирование и дегидратация этилового спирта
$\text{CeO}_2$ на $\text{SiO}_2$	140—400° C	Алкилирование тиофена олефинами
$\text{CeO}_2$	—	Этерификация уксусной кислоты этиловым спиртом
$\text{CeO}_2 + \text{WO}_3$	760° C	Превращение бензола в дифенил
$\text{CeO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	500—700° C	Синтез синильной кислоты из окиси углерода и аммиака
$\text{CeO}_2$	—	Изомеризация окиси пропилена в аллиловый спирт
$\text{CeO}_2$	—	Полимеризация гликолей терефталатов
$\text{CeO}_2$	—196° C	Орто-пара-превращение водорода
$\text{CeO}_2$	—	Реакция обмена водорода и дейтерия
$\text{CeO}_2$	—	Кетонизация уксусной кислоты
$\text{Ni} + \text{CeO}_2 (n)$ на пемзе	—	Гидрирование двуокиси углерода

1	2	3
Ni+CeO <sub>2</sub> (n) на асбесте		Гидрирование гетероциклических ненасыщенных соединений
CeO <sub>2</sub>	25—45° C	Разложение перекиси водорода
CeO <sub>2</sub>	510° C	Циклизация гептана
CeO <sub>2</sub>	350—450° C	Окисление водорода
CeO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	450° C	Очистка выхлопных газов от окислов азота
CeO <sub>2</sub> , CeO <sub>2</sub> +ZrO <sub>2</sub> , CeO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CeO <sub>2</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	450—540° C	Превращение н-гептана, н-бутана
CeO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +MoO <sub>3</sub>	500—555° C	Дегидрирование и дегидроцикли- зация углеводов
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CeO <sub>2</sub>	333—471° C	Превращение этилового спирта, изопропилового спирта
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CeO <sub>2</sub>	385—430° C	Кетонизация н-бутилового спирта
MoO <sub>3</sub> +CeO <sub>2</sub> (n)	—	Окисление метанола
PbO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub>	350—500° C	Окисление метана в CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
на асбесте		
ThO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub>	500° C	Окисление водорода
на шамоте		

**Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub> [1, 455]**

Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350—360° C	Дегидратация и дегидрогениза- ция спиртов
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350—450° C	Окисление водорода
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	290—610° C	Дегидрирование циклогексана
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	450—550° C	Превращение н-бутана
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	359—397° C	Дегидратация и дегидрирование изопропилового спирта
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	385—430° C	Кетонизация н-бутилового спирта
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> * на кварце, асбесте	250—325° C	Этерификация кислот спиртами

**Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]**

Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , промотиро- ванная Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Дегидрирование парафинов, ци- клических углеводов
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	500° C	Дегидрирование пропана, н-гепта- на с параллельной циклизацией
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	400—600° C	Дегидрирование спиртов
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350—360° C	Дегидратация этилового спирта
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> на SiO <sub>2</sub>	196—259° C	Орто-пара-превращение водорода
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350—450° C	Окисление водорода
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Окисление окиси углерода
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Дейтеро-водородный обмен в циклогексане
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> на Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Превращение циклогексана, н-геп- тана
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Гидрирование этилена

1	2	3
$\text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 (n)$	500° C	Превращение н-октана, н-бутана
$\text{Nd}_2\text{O}_3$	385—430° C	Кетонизация н-бутилового спирта
$\text{Nd}_2\text{O}_3$ на кварце, асбесте	250—325° C	Этерификация кислот спиртами

### $\text{Sm}_2\text{O}_3$ [1; 455]

$\text{Sm}_2\text{O}_3$	600° C	Окисление метилового спирта до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	—	Дегидрогенизация циклических углеводородов
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	370—425° C	Дегидратация этилового и изопропилового спиртов
$\text{Sm}_2\text{O}_3$ , промотированная $\text{Al}_2\text{O}_3$	500° C	Дегидрирование н-гептана с параллельной циклизацией
$\text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	400—600° C	Дегидрирование спиртов $\text{C}_2 + \text{C}_{12}$
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	350—450° C	Окисление водорода
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	—	Окисление окиси углерода
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	400—590° C	Превращение циклогексана, н-бутана
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	20—55° C	Низкотемпературное гидрирование этилена
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	385—430° C	Кетонизация н-бутилового спирта
$\text{Sm}_2\text{O}_3$	200—335° C	Превращение алифатических кислот
$\text{Sm}_2\text{O}_3$ на кварце, асбесте	250—325° C	Этерификация кислот спиртами

### $\text{Eu}_2\text{O}_3$ [455]

$\text{Eu}_2\text{O}_3$	—	Окисление окиси углерода
$\text{Eu}_2\text{O}_3$	20—(—50° C)	Низкотемпературное гидрирование этилена
$\text{Eu}_2\text{O}_3$ , $\text{Eu}_2\text{O}_3$ на $\text{Al}_2\text{O}_3$	545—560° C	Превращение н-гептана

### $\text{Gd}_2\text{O}_3$ [1; 455]

$\text{Gd}_2\text{O}_3$	350—360° C	Дегидрогенизация и дегидратация спиртов
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	—196— —250° C	Орто-пара-превращение водорода
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	—	Окисление окиси углерода
$\text{Gd}_3\text{O}_3$	—	Дейтеро-водородный обмен в циклогексане
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	530—590° C	Дегидрирование циклогексана
$\text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 (n)$	575° C	Дегидрирование н-бутана
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	400—550° C	Превращение н-бутана
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	385—430° C	Кетонизация н-бутилового спирта

1	2	3
---	---	---

### $TbO_x$ [455]

$TbO_x$	500—550 °C	Превращение н-бутана
---------	------------	----------------------

### $Dy_2O_3$ [1; 455]

$Dy_2O_3$	350—360 °C	Дегидрирование и дегидратация спиртов
$Dy_2O_3 + Al_2O_3$	240 °C, 1,4 МПа	Полимеризация этилена
$Dy_2O_3$	350—460 °C	Окисление водорода
$Dy_2O_3$	—	Окисление окиси углерода
$Dy_2O_3$	400—550 °C	Превращение н-бутана
$Dy_2O_3$	385—430 °C	Катонизация н-бутилового спирта
$Dy_2O_3$	250—325 °C	Этерификация кислот спиртами

### $Ho_2O_3$ [455]

$Ho_2O_3$	350—450 °C	Окисление водорода
$Ho_2O_3$	—	Окисление окиси углерода
$Ho_2O_3$	—	Дегидрирование и гидроциклиза- ция углеводородов
$Ho_2O_3$	450—550 °C	Превращение н-бутана
$Ho_2O_3$	385—430 °C	Кетонизация н-бутилового спирта

### $Er_2O_3$ [1; 455]

$Er_2O_3$	545—590 °C	Дегидрирование циклогексана
$Er_2O_3$	—	Окисление окиси углерода
$Er_2O_3$ , $Er_2O_3$ на	474—518 °C	Дегидрирование и дегидроцикли- зация углеводородов
$Al_2O_3$	400—530 °C	Превращение циклогексана, н-бу- тана, 1-алкилциклопентенов-1
$Er_2O_3$	385—430 °C	Кетонизация н-бутилового спирта

### $Tu_2O_3$ [1; 455]

$Tu_2O_3$	—	Дегидрогенизация циклогексана
$Tu_2O_3$	490—520 °C	Дегидрирование тетралина
$Tu_2O_3$	400—550 °C	Превращение н-бутана
$Tu_2O_3$	316—354 °C	Превращение изопропилового спирта

### $Y_2O_3$ [1; 455]

$Y_2O_3$	—	Дегидрогенизация циклогексана
$Y_2O_3 + Al_2O_3$	240 °C, 40 МПа	Полимеризация этилена
$Y_2O_3$	350—450 °C	Окисление водорода
$Y_2O_3$	—	Окисление окиси углерода

1	2	3
$Y_2O_3$	490—530 °C	Дегидрирование тетралина
$Y_2O_3$	450—550 °C	Превращение н-бутана
$Y_2O_3$	385—430 °C	Кетонизация н-бутилового спирта

#### $Lu_2O_3$ [455]

$Lu_2O_3$	350—450 °C	Окисление водорода
$Lu_2O_3$	—	Окисление окиси углерода
$Lu_2O_3$	519—566 °C	Дегидрирование тетралина

#### $HfO_2$ [1]

$HfO_2$ на $SiO_2$	300—400 °C	Синтез бутадиена из этилового спирта и уксусного альдегида
$HfO_2$ на $SiO_2$	—	Алкилирование тиафена хлоридами и ангидридами карбоксильных кислот
$HfO_2 + Al_2O_3$	—	Крекинг углеводородов

#### $Ta_2O_5$ [1]

$Ta_2O_5$	—	Окисление бензола в фенол
$Ta_2O_5$	—	Окисление толуола до бензойной кислоты

#### $WO_2$ , $W_2O_5$ [1]

$WO_2$	—	Гидрогенизация тяжелых масел в легкие масла
$W_2O_5$	—	Дегидратация этилового и аллилового спиртов
$W_2O_5$	360—380 °C, (7—13) МПа	Гидратация олефинов

#### $WO_3$ [1]

$WO_3$	300—400 °C, 200 МПа	Окисление бензола и толуола
$WO_3 + MoO_3$ на пемзе	—	Окисление толуола в бензальдегид, бензойную кислоту, $CO_2$ и $H_2O$
$WO_3$ на $SiO_2$	350 °C, 1,4 МПа	Гидратация этилена
$WO_3$	300—400 °C, 0,7—1,0 МПа	Изомеризация н-гексана
$WO_3$	—	Деструктивная гидрогенизация топлив
$WO_3$	—	Приготовление алифатических аминов из спиртов и аммиака
$WO_3$ на древесном угле	—	Растворение целлюлозы



1	2	3
$\text{WO}_3 + \text{NiO} + \text{Al}_2\text{O}_3$	550—590 °C	Гидрокрекинг н-парафиновых углеводородов

#### $\text{OsO}_4$ [1]

$\text{OsO}_4$	—	Окисление спирта воздухом
----------------	---	---------------------------

#### $\text{PtO}$ , $\text{PtO}_2$ [1]

$\text{Pt} + \text{PtO}$	—	Окисление аммиака
$\text{PtO}_2$	—	Гидрогенизация диметилциклогексана, кислот
$\text{PtO}_2$	200 °C	Гидрирование анилина, пиридина, хинолинов
$\text{PtO}_2$	—	Гидрирование олеиновой кислоты в стеариновую
$\text{PtO}_2$	35 °C	Обмен дейтерия с метанолом
$\text{PtO}_2$	—	Восстановление карбонилсодержащих соединений в присутствии аммиака
$\text{Pd} + \text{PtO}_2$	—	Получение диаминов и полиаминов каталитическим восстановлением циан-групп

#### $\text{Ti}_2\text{O}_3$ , $\text{TiO}_2$ [1]

$\text{Ti}_2\text{O}_3$ на асбесте	350 °C	Окисление этилена до азобензола и феназина
$\text{Ti}_2\text{O}_3$	—	Разложение озона
$\text{Ti}_2\text{O}_3$	—	Окисление сернистого газа
$\text{TiO}_2$	400—450 °C	Гидратация ацетилена

#### $\text{PbO}$ , $\text{PbO}_2$ [1]

$\text{PbO}$	—	Получение водорода из конверсионного газа
$\text{PbO}_2$	—	Окисление аммиака
$\text{PbO}_2 + \text{CeO}_2$ на асбесте	350—500 °C	Окисление метана в $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$

#### $\text{Bi}_2\text{O}_3$ [1]

$\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{MoO}_3$	450 °C	Окислительный аммонолиз пропилена
--	--------	-----------------------------------

#### $\text{ThO}_2$ [1]

$\text{ThO}_2$	—	Дегидратация спиртов
----------------	---	----------------------



1	2	3
ThO <sub>2</sub> +Co на кизельгуре	—	Синтез бензина
ThO <sub>2</sub> +Cu (n)	300—380 °C	Дегидрирование и дегидратация этилового спирта
ThO <sub>2</sub>	—	Дегидрогенизация циклогексана
ThO <sub>2</sub>	400—500 °C, (25—200) 0,1 МПа	Гидратация этилена, ацетилен
ThO <sub>2</sub>	—	Гидрогенизация ацетона
Ni+ThO <sub>2</sub> (n)	—	Гидрирование касторового масла
ThO <sub>2</sub> на SiO <sub>2</sub>	—	Окисление нафталина в нафтохинон
ThO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub> на шамоте	500 °C	Окисление водорода
ThO <sub>2</sub> +Co	—	Оксосинтез
ThO <sub>2</sub>	400—450 °C	Гидролиз эфиров
ThO <sub>2</sub>	400—440 °C	Изомеризация олефинов
ThO <sub>2</sub>	—	Взаимодействие спиртов с аммиаком и анилином до аминов
ThO <sub>2</sub>	—	Цианидный синтез
ThO <sub>2</sub> +CuO	200—450 °C	Этерификация этилового спирта
ThO <sub>2</sub> на активированном угле	—	Этерификация уксусной кислоты этиловым спиртом
Pd+ThO <sub>2</sub> (n)	480—800 °C	Окисление метана водяным паром
ThO <sub>2</sub>	—	Полимеризация ацетальдегида
ThO <sub>2</sub>	300 °C	Конденсация ацетилен с аммиаком
ThO <sub>2</sub> на SiO <sub>2</sub>	—	Алкилирование ароматических углеводородов олефинами
ThO <sub>2</sub>	300—800 °C	Изотопный обмен O <sup>16</sup> —O <sup>18</sup>
ThO <sub>2</sub>	—78—300 °C	Обмен дейтерий—водород
ThO <sub>2</sub>	250—260 °C	Восстановление карбоновых кислот в альдегиды
ThO <sub>2</sub> на SiO <sub>2</sub>	555 °C	Циклизация гептана
ThO <sub>2</sub> на каолине	—	Расщепление алифатических монобромпроизводных
ThO <sub>2</sub>	400—450 °C	Изо синтез
Co+ThO <sub>2</sub> (n)	—	Синтез углеводородов из окиси углерода и водорода
U <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , UO <sub>2</sub> [1]		
U <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ThO <sub>2</sub> + +MnO <sub>2</sub> +Ni на кизельгуре	—	Синтез бензина
UO <sub>2</sub> +BeO	500—600 °C	Окисление метана в формальдегид
UO <sub>2</sub>	450 °C	Окисление о-ксилола
UO <sub>2</sub>	—	Окисление бензола в фенол
UO <sub>2</sub>	—	Окисление толуола до бензойной кислоты

# ГЛАВА IX ОГНЕУПОРНЫЕ СВОЙСТВА

## 1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКИСЛОВ С ВЕЩЕСТВАМИ В ТВЕРДОЙ ФАЗЕ [4; 222; 305; 426; 451; 468—564; 624—628]

Вещество	Температура, К	Характер воздействия
1	2	3
<b>BeO</b>		
Be* <sup>1</sup>	< 1623	Не взаимодействует
B	1373	Взаимодействуют в порошках с образованием боридов бериллия
C* <sup>1</sup>	1588—2573	При температуре выше 1773 К BeO восстанавливается
C* <sup>2</sup>	1573—1673	Не взаимодействует при выдержке 1500 ч
C* <sup>1—3</sup>	1723—2843	Взаимодействует с образованием карбида бериллия и окиси углерода, выше 2373 К карбид испаряется, а затем (при 2473 К и выше) диссоциирует на Be (пар) и углерод
Al	< 873	Не взаимодействует
Si* <sup>2</sup>	1673	» »
Ca	< 1123	» »
Ti* <sup>1</sup>	1673	Взаимодействует в смеси порошков с восстановлением BeO до Be
Ti* <sup>2</sup>	1673—1873	Компактные образцы не взаимодействуют
Cr	1273—1473	В смеси порошков взаимодействуют с восстановлением BeO
Mn	1273—1473	В смеси порошков слабо взаимодействует с восстановлением BeO
Fe* <sup>2</sup>	1273—1473	В смеси порошков слабо взаимодействует с восстановлением BeO
Ni* <sup>2</sup>	1273—1723	Не взаимодействует
Zr* <sup>1</sup>	1703	В смеси порошков взаимодействует с восстановлением BeO до металла высокой чистоты
Zr* <sup>2</sup>	2073	В компактных образцах цирконий проникает по границам зерен окисла, некоторая коррозия окисла, образование ZrO <sub>2</sub> по границе контакта

1	2	3
Nb* <sup>1</sup>	1363—1813	Не взаимодействует
Nb* <sup>1</sup>	1973—2173	Взаимодействует с образованием бериллида ниобия
Nb* <sup>2</sup>	1673—2073	Взаимодействует слабо, происходит слипание образцов, а при 2073 К взаимодействие идет по границам зерен окисла с образованием Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Mo* <sup>1</sup>	1973—2173	Взаимодействует с образованием бериллида молибдена
Mo* <sup>2</sup>	2073	Не взаимодействует
Ta* <sup>1</sup>	1363—1813	» »
Ta	1873	Начало взаимодействия
Ta* <sup>1</sup>	1973—2473	Взаимодействует с образованием новой фазы
W* <sup>1</sup>	1073—2373	Взаимодействует с образованием летучих окислов вольфрама, при 2073—2173 К взаимодействие наблюдается при выдержке 0,5—1 ч, при 2273 К при выдержке 2 мин
Pb	573	Не взаимодействует
Th* <sup>1</sup>	1273—2073	Взаимодействует начиная с 1373 К с образованием окиси тория
TiC	1773—2473	Взаимодействует с образованием карбида бериллия
MgO* <sup>1</sup>	1873, 2073	Взаимодействует с образованием жидкой фазы
MgO* <sup>4</sup>	2173	Интенсивно взаимодействует с переходом в расплав
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>4</sup>	2173	Взаимодействует интенсивно
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1673	В смеси порошков слабо взаимодействует с образованием BeO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
ZrO <sub>2</sub>	1873	Начало взаимодействия
ZrO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2073	Слабо взаимодействует, происходит прилипание и оплавление
ZrO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2173—2273	Взаимодействует со слипанием образцов после 2 мин выдержки, а при 2273 К — с образованием жидкой фазы
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2573	Взаимодействует с образованием 2BeO·La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CeO <sub>2</sub>	1973	Начало взаимодействия

1	2	3
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1763	Взаимодействует с образованием эвтектики
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1693	То же
ThO <sub>2</sub> <sup>*1</sup>	2373—2474	Взаимодействует с полным переходом в расплав при 2473 К
ThO <sub>2</sub> <sup>*4</sup>	2173	Интенсивное взаимодействие
UO <sub>2</sub>	2073	Не взаимодействуют

### MgO

Be <sup>*2</sup>	1873—2073	Взаимодействует с окислением металла, а при 2073 К — с сильной коррозией окисла
B <sup>*1</sup>	—	Взаимодействует с образованием боридов магния
C <sup>*1</sup>	1723—2073	Взаимодействует с восстановлением MgO
C <sup>*2</sup>	1273	Не взаимодействует
C <sup>*4</sup>	2073	Взаимодействует с восстановлением MgO
Si <sup>*2</sup>	1673, 1873	Взаимодействует с образованием Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>
Ti	1123	Титан проникает по границам зерен окисла, происходит слабое разъедание кристаллов MgO на границе раздела
Ti <sup>*2</sup>	1673—2073	При 1673 К взаимодействуют слабо, при 1873—2073 происходит сильная коррозия окисла с образованием Mg <sub>2</sub> TiO <sub>4</sub>
Ni <sup>*2</sup>	1673—2073	Не взаимодействует
Zr <sup>*1</sup>	2173—2273	Взаимодействуют с образованием новой фазы
Zr <sup>*2</sup>	2073	Взаимодействуют с сильной коррозией окисла
Nb <sup>*1</sup>	1363—1813	Не взаимодействует
Nb <sup>*1</sup>	2173—2273	Взаимодействует с образованием новой фазы
Nb <sup>*2</sup>	1673—2073	Слабо взаимодействует, начиная с 2073 К с образованием по границам зерен окисла Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Mo <sup>*1</sup>	2273	На MgO образуется серебристый налет
Mo <sup>*2</sup>	2073	Не взаимодействует
Ta <sup>*1</sup>	1363—2373	Выше 1873 К взаимодействуют с образованием новой фазы
W <sup>*1</sup>	2273	Взаимодействует с восстановлением MgO и слабым прилипанием образцов

1	2	3
$\text{TiB}_2^{*1}$	1473—2273	Взаимодействует с восстановлением $\text{MgO}$ и образованием летучей $\text{B}_2\text{O}_2$
$\text{ZrB}_2^{*1}$	1373—2273	Взаимодействуют с образованием новой фазы
$\text{SiC}$	1873	Взаимодействует интенсивно
$\text{TiC}^{*1}$	2073—2573	Взаимодействует с восстановлением $\text{MgO}$ и образованием соединений типа $\text{Me}(\text{C}, \text{O})$ , а также карбида магния, который разлагается на магний и углерод
$\text{TiC}^{*2}$	1873—2173	Взаимодействует с образованием $\text{TiO}$ или $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$
$\text{ZrC}^{*1}$	2273—2573	Взаимодействует с восстановлением $\text{MgO}$ и образованием карбида магния и твердого раствора $\text{Zr}(\text{C}, \text{O})$
$\text{NbC}^{*1}$	2073—2573	Взаимодействует с образованием металлического ниобия и твердого раствора $\text{Nb}(\text{C}, \text{O})$
$\text{Mo}_2\text{C}^{*1}$	2073—2573	Взаимодействие незначительно
$\text{HfC}^{*1}$	2273	Не взаимодействует
$\text{TaC}^{*1}$	2473—2573	» »
$\text{WC}^{*1}$	2073—2573	Взаимодействие незначительно
$\text{TiN}^{*1}$	1573—2273	Взаимодействует с восстановлением $\text{MgO}$ и образованием нитрида и оксинитрида магния
$\text{ZrN}^{*1}$	1673—2273	Взаимодействие незначительно
$\text{Al}_2\text{O}_3^{*4}$	2273	Взаимодействует с образованием шпинели на поверхности тигля из $\text{Al}_2\text{O}_3$ , прилипания нет
$\text{FeO}^{*4}$	2173	Взаимодействует интенсивно с расплавлением
$\text{ZrO}_2^{*1}$	2173	Взаимодействует со слипанием $\text{ZrO}_2$ и $\text{MgO}$ и образованием жидкой фазы
$\text{ZrO}_2^{*4}$	2273	Взаимодействует интенсивно
$\text{CeO}_2$	1973	Начало взаимодействия
$\text{HfO}_2$	1673—1873	Взаимодействует начиная с 1773 К с образованием твердого раствора
$\text{ThO}_2^{*1}$	2573	Взаимодействует в порах, происходит сильное разрушение $\text{ThO}_2$ , прилипание отсутствует
$\text{ThO}_2^{*4}$	2173	Взаимодействует интенсивно

1	2	3
UO <sub>2</sub> <sup>1</sup> PuO <sub>2</sub> <sup>2-3</sup>	673—2073 1773	Не взаимодействует » »

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Be* <sup>2</sup>	До 1623	В твердой фазе не взаимодействует
C* <sup>1</sup>	1623—2073	Взаимодействует с восстановлением Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
C* <sup>2</sup>	1273—1473	Не взаимодействует
C* <sup>4</sup>	2223	Взаимодействует с восстановлением Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
C	1973—2273	Взаимодействует с образованием при 1973 К оксикарида алюминия (Al <sub>4</sub> O <sub>4</sub> C), при 2073—2273 К — карбида алюминия
Ti	1123	Титан проникает по границам зерен окисла
Ti* <sup>1</sup>	973—1973	Взаимодействует с образованием твердых растворов
Ti* <sup>2</sup>	1873	Взаимодействует незначительно
Ni* <sup>2</sup>	1673	Не взаимодействует
Nb* <sup>1</sup>	1363—1913	» »
Nb* <sup>2</sup>	1873—2073	Взаимодействует слабо с образованием Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Mo* <sup>1</sup>	1473—2223	Взаимодействует начиная с 2173 К с образованием окислов Мо и пор в металле
Mo* <sup>2</sup>	2073	Не взаимодействует
Ta* <sup>1</sup>	1363—2173	Выше 1873 К взаимодействует без касания, происходит разложение окисла
W* <sup>1</sup>	973—2223	Взаимодействует начиная с 2173 К с образованием окислов вольфрама и пор в металле
UC <sub>2</sub>	2173	Взаимодействует слабо
BN* <sup>2</sup>	2073	Взаимодействует с образованием нитрида алюминия
ZrO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2173	Интенсивное взаимодействие
MoO <sub>3</sub> * <sup>2-3</sup>	873—1073	Взаимодействует с образованием MoO <sub>3-x</sub> (x=0,11÷1,0)
CeO <sub>2</sub>	1973	Начало взаимодействия
ThO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2173	Интенсивное взаимодействие
UO <sub>2</sub>	2073	Не взаимодействует

1	2	3
---	---	---

### SiO<sub>2</sub>

C* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup> , * <sup>4</sup>	1523—1973	Взаимодействует с восстановлением SiO <sub>2</sub> и образованием SiC: в вакууме выше 1523, на воздухе выше 1753, в восстановительной среде выше 1873 K
Al	723	Взаимодействует с образованием на границе раздела кристаллического кремния
SiC* <sup>2</sup>	1873—1973	Взаимодействует в смеси порошков с образованием SiO и CO
MoO <sub>3</sub> * <sup>2</sup> —* <sup>4</sup>	873—1073	Не взаимодействует
UO <sub>2</sub>	1923	Взаимодействуют с образованием эвтектики

### CaO

C* <sup>1</sup>	1573	Взаимодействует с восстановлением CaO
C* <sup>4</sup>	2403	Взаимодействует с восстановлением CaO и образованием CaC <sub>2</sub>
UC <sub>2</sub>	2173	Слабо взаимодействует
ZrO <sub>2</sub>	—	Взаимодействует с образованием CaZrO <sub>3</sub>

### Se<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

MnO* <sup>4</sup>	973—1773	Взаимодействует с образованием SeMnO <sub>3</sub> и твердых растворов
UO <sub>2</sub> * <sup>4</sup>	1653	Взаимодействует с образованием твердого раствора
UO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2023	Не взаимодействует

### TiO<sub>2</sub>

C* <sup>3</sup>	1573	Взаимодействует с восстановлением TiO <sub>2</sub> через промежуточные окислы до карбида титана
Si* <sup>2</sup>	1673	Взаимодействует слабо с поверхностным обесцвечиванием окисла
Ti* <sup>2</sup>	1123—2073	Взаимодействует слабо с поверхностным обесцвечиванием окисла и взаимной диффузией TiO <sub>2</sub> и Ti, а при 2073 K с сильной коррозией окисла
Nb* <sup>2</sup>	1873—2073	Взаимодействует с коррозией окисла
Mo* <sup>2</sup>	2073	Не взаимодействуют

1	2	3
TiC* <sup>1</sup>	1273—2073	Взаимодействует начиная с 1473 К
WC* <sup>1</sup>	1573—1673	Взаимодействует с восстановлением TiO <sub>2</sub> (при 1573 К за 32 мин на 60%, а при 1673 К за 30 мин на 85%) с образованием W—Ti
BN* <sup>2</sup>	1673—2073	Взаимодействует с образованием нитрида титана
TiN	1273—1473	Взаимодействует
NiO	293—1273	Взаимодействует начиная с 1023—1073 К с образованием NiTiO <sub>3</sub>
UO <sub>2</sub>	1373	Взаимодействует

### V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

VC* <sup>1</sup>	1273—1873	Взаимодействует с образованием монооксида и карбидов ванадия, при 1673 К появляется свободный V
WC* <sup>1</sup>	1573	Взаимодействует с восстановлением V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (за 10 мин на 60%)
WC* <sup>1</sup>	1673	Взаимодействует с образованием W—V сплава (за 30 мин на 100%)

### V<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

BN* <sup>2</sup>	2073—2273	Взаимодействует с образованием VB <sub>2</sub>
------------------	-----------	--

### Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	1273—1973	Взаимодействует начиная с 1473 К с образованием при 1473—1873 К Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub> и Cr, при 1973 К образец расплавляется
WC* <sup>1</sup>	1573—1673	Взаимодействует с восстановлением Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (за 30 мин на 100%) и образованием W—Cr сплава
BN* <sup>2</sup>	1873	Взаимодействует с образованием CrB

### Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>1</sup>	973—1573	Взаимодействует с образованием LaMn <sub>x</sub> <sup>3+</sup> Mn <sub>1-x</sub> <sup>4+</sup> O <sub>3+y</sub>
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>2</sup>	973—1473	Взаимодействует с образованием LaMnO <sub>3</sub>



1	2	3
<b>MnO<sub>2</sub></b>		
C* <sup>2</sup>	773—873	Взаимодействуют начиная с 823 К с восстановлением MnO <sub>2</sub> , скорость реакции резко возрастает при 863 К
<b>FeO*<sup>5</sup></b>		
C* <sup>1</sup>	1193—1473	Взаимодействует с восстановлением FeO, при 1423 К металл науглероживается и расплавляется
ZrN	1573	Взаимодействует с образованием ZrO <sub>2</sub> , Fe и выделением N <sub>2</sub>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*<sup>5</sup></b>		
C* <sup>1</sup>	773—973	Взаимодействует с образованием низших окислов железа и CO <sub>2</sub>
MoO <sub>3</sub> * <sup>2</sup> —* <sup>1</sup>	873—1073	Не взаимодействуют
<b>CoO</b>		
C* <sup>1</sup>	1193—1473	Взаимодействует с восстановлением CoO до металла
<b>NiO</b>		
C* <sup>1</sup>	1193—1473	Взаимодействует с восстановлением NiO до металла
ZrN	1573	Взаимодействует с образованием ZrO <sub>2</sub> , Ni и выделением N <sub>2</sub>
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
BN* <sup>2</sup>	1723	Взаимодействует с восстановлением Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> до Ni
<b>SrO</b>		
SiC* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup> , * <sup>4</sup>	> 1273	Взаимодействует с образованием SrO, SiO <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> (на воздухе) и 2SrO·SiO <sub>2</sub> , SrC <sub>2</sub> и Sr (в вакууме и аргоне)
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
Nb* <sup>1</sup>	1363—1813	Взаимодействует
Mo* <sup>1</sup>	1923	Слабое прилипание образцов

1	2	3
W*1	1373	Взаимодействует с образованием $3Y_2O_3 \cdot WO_3$
Re*1	1363—1813	Не взаимодействует
UO <sub>2</sub> *2	1873	Взаимодействует с образованием твердого раствора

### ZrO<sub>2</sub>

Be*2	До 1623	В твердой фазе не взаимодействует
C*2	1323—1423	Не взаимодействует
C*1	1573—2073	Взаимодействует с восстановлением ZrO <sub>2</sub>
C*4	1673	То же
Al	1873	Не взаимодействует
Si*2	1673	В твердой фазе не взаимодействует
Ti*2	1673—1873	Взаимодействует слабо при 1873 К
Ti	1223	Титан проникает по границам зерен окисла, разъедает края кристаллов на границе раздела
Ni*2	—	В твердой фазе не взаимодействуют
Zr*2	2073	Не взаимодействует
Nb*1	2273	Взаимодействует слабо
Nb*2	1673	» »
Nb*2	2073	Взаимодействует по границам зерен
Mo*1	1723—2573	Взаимодействует начиная с 2173 К с образованием окислов молибдена и пор в металле, легким прилипанием при 2473 К и разложением ZrO <sub>2</sub> при 2573 К
Mo*2	2073	Не взаимодействует
Ta	1873	Начало взаимодействия
Ta*1	2073—2373	Взаимодействует с образованием новой фазы
W*1	1723—2573	При 1873 К появляется желтый налет, начиная с 2173 К взаимодействуют с образованием окислов вольфрама и пор в металле
W*2	2798	При взаимодействии с ZrO <sub>2</sub> , стабилизированной 9% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , происходит слабое изменение окраски

1	2	3
Re* <sup>1</sup> , (60 Mo + +40 Re)* <sup>1</sup>	2623	При взаимодействии с ZrO <sub>2</sub> , стабилизированной Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , происходит слабое изменение окраски
TiB <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	1373—2073	Взаимодействует с восстановлением ZrO <sub>2</sub> и образованием летучей окиси бора
ZrB <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	1573—2073	Взаимодействует с образованием пористой фазы на границе контакта
SiC* <sup>3</sup>	1573, 1873	При 1873 К взаимодействует с образованием карбида циркония
TiC* <sup>1</sup>	1673—2673	Взаимодействует с образованием оксикарибидов и выделением окиси углерода (уменьшением содержания связанного углерода)
Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	1573—2273	Взаимодействует с образованием Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub> и ZrC
ZrC* <sup>1</sup>	1473—2373	Взаимодействует начиная с 2073 К с образованием оксикарибидов циркония
ZrC* <sup>1</sup>	1673—2673	Взаимодействует с образованием новой фазы и уменьшением содержания связанного углерода
NbC* <sup>1</sup>	1573—2673	Взаимодействует с образованием сложных окислов и карбидов
NbC* <sup>1</sup>	2373	Взаимодействует с образованием в промежуточном слое Zr <sub>0,7</sub> Nb <sub>0,3</sub> , Zr <sub>0,68—0,40</sub> × Nb <sub>0,32—0,60</sub> , NbZr <sub>0,05</sub> , Nb <sub>2</sub> C
Mo <sub>2</sub> C* <sup>1</sup>	2273—2573	Взаимодействует с образованием фронтального слоя хрупкой фазы
HfC* <sup>1</sup>	2273—2573	Не взаимодействует
TaC* <sup>1</sup>	2273—2573	Взаимодействует при 2573 К с образованием новой фазы
WC* <sup>1</sup>	1673	Взаимодействует с восстановлением ZrO <sub>2</sub> (за 30 мин на 39%) и образованием сплава W—Zr
WC* <sup>1</sup>	2573	Взаимодействует слабо
UC* <sup>2</sup>	2723	Не взаимодействует
UC <sub>2</sub> * <sup>2</sup>	2173	Взаимодействует слабо
BN* <sup>2</sup>	1873—2173	Взаимодействует с образованием ZrB <sub>2</sub> , ZrN + ZrB <sub>2</sub>
TiN* <sup>1</sup>	1673—2073	Взаимодействует с восстановлением ZrO <sub>2</sub> , образованием нитрида циркония и выделением двуокиси азота
ZrN* <sup>1</sup>	1573—2073	Взаимодействует с образованием нестехиометрического нитрида циркония
CeO <sub>2</sub>	1973	Начало взаимодействия
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>4</sup>	1673—1873	Взаимодействует с образованием твердого раствора Nd <sub>2</sub> Zr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> —ZrO <sub>2</sub>
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>4</sup>	673—1273	Не взаимодействует

1	2	3
ThO <sub>2</sub> <sup>*1</sup>	2573	Взаимодействует слабо с легким прилипанием образцов, жидкая фаза отсутствует
ThO <sub>2</sub> <sup>*4</sup>	2173	Взаимодействует очень слабо
UO <sub>2</sub>	2073	Взаимодействует с образованием твердого раствора
ZrSi <sub>2</sub>	2223	То же
MoSi <sub>2</sub> <sup>*3</sup>	1573—1873	Не взаимодействует
<b>Nb<sub>2</sub>O</b>		
C	1433	Взаимодействует с образованием Nb <sub>3</sub> C
C	1533	Взаимодействует с образованием NbC
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
BN <sup>*2</sup>	2023	Взаимодействует с образованием Nb <sub>3</sub> B <sub>4</sub>
<b>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>		
NbC <sup>*1</sup>	1273—1773	Взаимодействует начиная с 1573 К с образованием новой фазы
WC <sup>*1</sup>	1673	Взаимодействует с образованием W—Nb сплава (за 30 мин — на 100%)
<b>MoO<sub>3</sub></b>		
C <sup>*1</sup>	773—973	Взаимодействует с образованием низших окислов молибдена
<b>BaO</b>		
UO <sub>2</sub>	2073	Взаимодействует с образованием твердых растворов
<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
W <sup>*1</sup>	1373	Взаимодействует с образованием 3La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·WO <sub>3</sub>
BN <sup>*2</sup>	2023	Взаимодействует с образованием новой фазы LaB <sub>2</sub>
<b>CeO<sub>2</sub></b>		
W <sup>*1</sup>	1973	Интенсивно взаимодействует
UO <sub>2</sub>	1273	Взаимодействует с образованием непрерывного ряда твердых растворов
<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		
UO <sub>2</sub>	2473	Взаимодействует с образованием твердых растворов

1	2	3
---	---	---

### **HfO<sub>2</sub>**

W* <sup>1</sup> , Re* <sup>1</sup> (60 Mo+ +40Re)* <sup>1</sup>	2623	Слабое изменение окраски
TiC	1773—2473	Взаимодействует с образованием оксикарибидов
HfC* <sup>1</sup>	1273—2273	Не взаимодействует
HfN* <sup>2</sup>	—	» »
Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * <sup>4</sup>	673—1273	Не взаимодействует

### **Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

BN* <sup>2</sup>	1873—2273	Взаимодействует с образованием TaB, а при 2273 — TaB <sub>2</sub>
------------------	-----------	---

### **Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

WC* <sup>1</sup>	1673	Взаимодействует с образованием W—Та-сплава (за 30 мин на 100%)
UO <sub>2</sub>	1473	Взаимодействует с образованием U <sub>2</sub> TaO <sub>7</sub> и Ta <sub>2</sub> O <sub>8</sub>

### **WO<sub>3</sub>**

BN* <sup>2</sup>	1673	Взаимодействует с образованием вольфрама
------------------	------	--

### **ThO<sub>2</sub>**

Be* <sup>2</sup>	До 1623	В твердой фазе не взаимодействует
B* <sup>1</sup>	1873—2273	Взаимодействует с образованием боридов тория
C* <sup>1</sup>	1673, 2273	Взаимодействует с восстановлением ThO <sub>2</sub>
C* <sup>4</sup>	1873	То же
Si* <sup>2</sup>	До 1693	Кремний проникает по границам зерен, происходит коррозия окисла
Ti* <sup>2</sup>	2073	Титан проникает по границам зерен, новой фазы не обнаружено
Ni* <sup>2</sup>	1723	В твердой фазе не взаимодействует
Zr* <sup>2</sup>	1673, 1873	Взаимодействует слабо, происходит коррозия окисла
Zr* <sup>2</sup>	2073	Цирконий проникает по границам зерен, образуется ZrO <sub>2</sub>
Nb* <sup>2</sup>	1873—2073	Взаимодействует слабо; при 2073 К ниобий проникает по границам зерен, происходит коррозия окисла
Nb* <sup>1</sup>	2373	Не взаимодействует
Mo* <sup>2</sup>	2073	» »

1	2	3
Mo* <sup>1</sup>	2173—2573	Взаимодействует с образованием налетов, происходит слабое прилипание образцов; при 2573 К взаимодействует слабо
Ta* <sup>1</sup>	2173	Начало взаимодействия
W* <sup>1</sup>	2473—2573	Взаимодействует слабо с восстановлением ThO <sub>2</sub> , при 2573 К происходит сильное прилипание образцов
Re* <sup>1</sup> , (60Mo+ +40Re)* <sup>1</sup>	—	Не взаимодействует при выдержке в течение 2 ч
WB* <sup>1</sup>	2373	Не взаимодействует
ThB <sub>4</sub> * <sup>1</sup>	2373	» »
ThB <sub>6</sub> * <sup>1</sup>	2373	Взаимодействует с образованием ThB <sub>4</sub>
TiC	1773—2273	Взаимодействует с образованием ThC
UC* <sup>2</sup>	2723	Не взаимодействует
UO <sub>2</sub>	2073	Взаимодействует с образованием твердого раствора

### UO<sub>2</sub>

Be	873	Взаимодействует слабо
C	1473—2473	Взаимодействует с образованием до достижения 2273 К монокарбида, а при температуре выше 2473 К дикарбида урана
Al	773	Взаимодействует с образованием UAl <sub>3</sub> , UAl <sub>4</sub>
Si	1603	Взаимодействует
Fe	1073	Взаимодействует при прессовании
Ni	1673	Взаимодействует слабо
Ni* <sup>1</sup>	1773	Не взаимодействует
Zr	673—723	Взаимодействует слабо
Nb	1273	Взаимодействует с образованием твердого раствора
Nb* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	2773	Не взаимодействует
Mo* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	2893	» »
Ta* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	2203—3033	» »
Ta* <sup>1</sup>	2423	Взаимодействует с образованием темно-серой фазы из окислов тантала, улетучивающейся при длительном нагреве
W* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	2203—3033	Не взаимодействует
Au	до 1336	В твердой фазе не взаимодействует
WB <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	3033	Не взаимодействует
Mo <sub>2</sub> C* <sup>1</sup>	2693	» »
HiC* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	2203—3033	» »
UC	1723	Взаимодействует с образованием оксикарбидов и свободного урана

1	2	3
TaN*1	3033	Не взаимодействует
UN	1473—1873	» »
PuO <sub>2</sub>	1773	Взаимодействует с образованием твердых растворов
CaO ZrO <sub>2</sub> *3	2073	То же
UP	2663	Взаимодействует с образованием эвтектики

### PuO<sub>2</sub>

C*1	1273—1473	Взаимодействует с восстановлением PuO <sub>2</sub> до Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , а при 1473 К с образованием карбида плутония
Nb*1	1673, 1773	Не взаимодействует при 1673 К (при выдержках до 100 ч)
Mo*1	1673, 1773	Не взаимодействует при 1673 К (при выдержках 110 ч), а при 1773 К образуется новая фаза
Ta*1	1673, 1773	Не взаимодействует (при выдержке 110 ч), а при 1773 К образуется новая фаза (40—60 мкм за 1000 ч)
Ta	2003—2403	Взаимодействует с образованием Pu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и TaO

### Сm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

V	1523	Не взаимодействует
Zr	1523	Взаимодействует
Nb	1523	Не взаимодействует
Mo	1923, 2123	» »
Ta	1523, 1923, 2123	» »
W	1923, 2123	» »
(Nb+ +1% Zr)	1523	» »
(Ta+ +10% W)	1523, 1923, 2123	Взаимодействует начиная с 1923 К
(W+ +26% Re)	1923, 2123	Не взаимодействует

\*1 Вакуум. \*2 Нейтральная среда (аргон, гелий или безокислительные газовые смеси). \*3 Восстановительная или защитная среда (водород, азот, окись углерода). \*4 Воздух. \*5 Более подробные сведения см. [639].

## 2. СМАЧИВАНИЕ ОКИСЛОВ ЖИДКИМИ МЕТАЛЛАМИ

Жидкий металл	Температура, °C	Атмосфера	Краевой угол смачивания $\theta$ , град
1	2	3	4

### BeO [565, 566, 260]

Al	1000	Вакуум	Металл просачивается сквозь керамику
Si	1450	Водород	88
Si	1450	Гелий	76
Ni	1500	Вакуум	128
Ni	1500	Водород	152
Ni	1500	Гелий	146
Ni+0,1%O <sub>2</sub>	1500	»	100
Fe	1550	Водород	147
Fe	1550	Гелий	127
Pb	600—900	Водород	138—132
Ni	1500	Вакуум	132
Ni	1500	Водород	152
Ni	1500	Гелий	132
Ni	1500	Аргон	125
Pb	600—900	Водород	136—127
Cu	1100—1300	Аргон	140—122
Ag	1075	»	137
Ag	1075	Воздух	90
Ag	1100	»	115—120
Sn	800—1100	Вакуум	158—139
V	1800	»	35
Cr	1900	»	100
Pt	1790	»	125

### MgO [565, 567, 260]

Si	1450	Водород	101
Si	1450	Гелий	95
Fe	1550	»	130
Fe	1550	Вакуум	123
Ni	1500	Гелий	152
Cu	1150	»	160
Sn	1100	»	139
Ag	1235	Вакуум	136

### (MgNi)O [568]

Sn	700—1000	Вакуум	130—10
Ag	1000—1300	Аргон	144—53
Cu	1000—1300	»	134—24



1	2	3	4
$Al_2O_3$ [565, 566, 567, 569, 1]			
Al	940	Аргон	170
Al	1255	»	48
$Al_2O_3$ [565, 567, 569]			
Ag	1000	Вакуум	144
Ag	1100	»	148
Ag+5%С	980	Воздух	28
Ag+10%С	980	»	14
Pb	400	Водород	144
Pb	900	»	133
Si	1450	Гелий	80
Si	1450	Водород	82
Co	1500	»	125
Cu	1200	Вакуум	138
Cu	1200	Водород	136
Cu	1200	Аргон	141
Cu+1,5% O <sub>2</sub>	1300	Гелий	38
Bi	$T_{пл}$	Вакуум	90
Ge	$T_{пл}$	»	>90
In	$T_{пл}$	»	>90
$Al_2O_3$ [565, 566, 567, 1]			
Ba	$T_{пл}$	Вакуум	90, металл просачивается сквозь керамику
Sn	800	»	90
Sn	800	Водород	150
$Al_2O_3$ [565, 566, 1]			
Sn+10%In	1100	Вакуум	174
Sn+10%In	800	»	138
Ni	1500	Гелий	150
Ni	1500	Водород	133
Ni	1500	Вакуум	128
Ni	$T_{пл}$	Водород	115
Ni+5%V	$T_{пл}$	»	95
Ni+10%Mn	$T_{пл}$	»	95
$Al_2O_3$ [565, 566, 1, 407]			
Ni+20%Cr	$T_{пл}$	Водород	85
Ni+8,7%Cr	1500	Вакуум	108

1	2	3	4
Ni+0,8%Ti	1500	Вакуум	90
Ni+3%In	1500	Гелий	132
Fe	1550	Вакуум	141
Fe	1550	Азот	139
Fe+8%Si	1550	Гелий	114
Fe+0,7%O <sub>2</sub>	1570	»	109
Fe+0,47%C	1570	»	106
Fe+2%S	1570	»	101
Cr	1900	»	65

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [570]**

Cr	1900	Восстановительная	~1—10
Cr	1950	Инертная	~45

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [565, 566, 1, 407]**

Cr	1950	Воздух	~1—10
Cr	1950	Углеродсодержащая	~45
Mn	1300	Вакуум	~0—10
Mn	1300	Восстановительная	~90
Mn	1300	Инертная	~45
Mn	1300	Воздух	~45
Mn	1300	Углеродсодержащая	~45
Mn	1300	Вакуум	~45
Fe	1580	Восстановительная	~90
Fe]	1580	Инертная	~90
Fe]	1580	Воздух	~45
Fe]	1580	Углеродсодержащая	~45
Fe	1550	Вакуум	~90
Au	1100	Гелий	138
Cu	1100	Восстановительная	>90
Cu	1100	Инертная	>90
Cu	1100	Воздух	0
Cu	1100	Углеродсодержащая	0—45
Cu	1100	Вакуум	>90
Co	1550	Восстановительная	>90
Co	1550	Инертная	>90
Co	1550	Воздух	0—20
Co	1550	Углеродсодержащая	>90
Co	1550	Вакуум	>90
Co	1450	Восстановительная	~90
Ni	1450	Инертная	~90
Ni	1450	Воздух	~90
Ni	1450	Углеродсодержащая	~90
Ni	1450	Вакуум	~45
Fe+Mn	1500	Восстановительная	~1—45]
Fe+Mn	1500	Инертная	~1—45]
Fe+Mn	1500	Воздух	~45

1	2	3	4
Fe+Mn	1550	Углеродсодержащая	~45
Fe+Mn	1550	Вакуум	~45
Fe+Cr	1650	Восстановительная	~40
Fe+Cr	1650	Инертная	~40
Fe+Cr	1650	Воздух	~30
Fe+Cr	1650	Углеродсодержащая	~45
Fe+Cr	1650	Вакуум	~0—40
Mn—Ti	1600	»	~45
Cu—Ti	1600	»	~45
Co—Ti	1600	»	~45
Ni—Ti	1550	»	~90
Sn	250	Восстановительная	>90
Pb	350	То же	>90
Pb	450	» »	90

$Al_2O_3$ — $Cr_2O_3$  (твердый раствор) [571, 569, 1]  
0%—100%

Fe	1550	Аргон	91—88,5
----	------	-------	---------

90%—10%

Fe	1550	Аргон	108—105
----	------	-------	---------

95%—5%

Fe	1550	»	126—124
----	------	---	---------

$SiO_2$  [569, 1]

Hg	Комнатная	Воздух	140
Cu	1100	Вакуум	148
Cu	1100	Гелий	134
Fe	1550	Азот	115
Ni	1550	»	125
Ag	1000	Гелий	139
Sn	900	»	127
Pb	800	»	164
Au	1100	Гелий	140

$SiO_2$  (непрозрачный кварц)

Ферромаг- нец	1550	Азот	0
------------------	------	------	---

1	2	3	4
<b>CaO [572, 573]</b>			
Fe	1550	Вакуум	132
Ni	1500	»	135
<b>TiO<sub>2</sub> [565, 566]</b>			
Si	1450	Гелий	107
Ni	1500	Вакуум	104
Ni	1500	Водород	143
Ni	1500	Гелий	120
Ni	1500	Аргон	112
Ni	1550	Вакуум	104
Ni	1500	Водород	143
Ni	1500	Гелий	121
Co	1500	Гелий	109
Fe	1550	Вакуум	72
Fe	1550	Водород	84
Fe	1550	Гелий	0
Fe	1550	Аргон	0
Ag	1200	Воздух	73
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [574]</b>			
Ag	1000	Инертная	>90, металл просачивается
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [575]</b>			
Fe	1550	Аргон	88
Ni	1450	Вакуум	65
Ni+2%C	1450	»	103
Ni+3,8%C	1350	»	98
Ni+7,5%C	1450	»	90
Ni+1%Cr	1450	»	85
Ni+5%Cr	1450	»	96
Ni+10%Cr	1450	»	98
Ni+15%Cr	1450	»	103
Ni+25%Cr	1450	»	105
<b>Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [566]</b>			
Sn	1000	Аргон	52
Cu	1200	»	57
Sn	1000	Вакуум	0

1	2	3	4
<b>CoO [566, 573]</b>			
Ni	1500	Аргон	58
Co	1500	»	70
Sn+0,4%Ti	900	»	87
<b>NiO [566]</b>			
Cu	1200	Аргон	68
Ag	1125	»	66
Sn	920	»	27
Ni	1500	»	70
<b>NiO [566, 573]</b>			
Fe	1550	Аргон	88
<b>Cu<sub>2</sub>O [1]</b>			
Ag	980	Азот + 2% O <sub>2</sub>	0
<b>ZnO [567]</b>			
Ag	1160	Аргон	106
Ag	1200	Воздух	90
<b>ZrO<sub>2</sub> [565]</b>			
Si	1450	Водород	71
Si	1450	Гелий	71
Ni	1500	Вакуум	118
Ni	1500	Водород	130
Ni	1500	Гелий	120
Fe	1550	Вакуум	92
Fe	1550	Водород	111
Fe	1550	Гелий	102
<b>CdO [567]</b>			
Ag	970	Аргон	112
Ag	970	Водород	90
<b>TiO<sub>2</sub> [565, 567, 260]</b>			
Ni	1500	Гелий	134
Fe	1550	Водород	111

1	2	3	4
Fe	1550	Гелий	100
Ag	1000	Воздух	90
Ag	1300	»	90
Cr	1900	Водород	92

UO<sub>2</sub> [567, 260]

Na	200—500	Водород	152—40
Al	1100	Аргон	130
Al	1100, после выдержки в те- чение 22 ч	»	46
Si	1420	»	90
Sn	500—1100	»	140—110
Pb	400—700	»	137—124
Bi	500—1100	»	118—95

Стекло [1]

Hg	Комнатная	Воздух	149
Cu	1150	Гелий	60
Cu	1150	Водород	60
Cu	1150	Воздух	0
Cu	1150	Азот	0
Ag	1100	Гелий	70
Ag	1100	Водород	73
Ag	1100	Воздух	0
Ag	1100	Азот	0
Au	1100	Гелий	60
Au	1100	Водород	45
Au	1100	Воздух	55
Au	1100	Азот	53
Ni	1500	Гелий	55
Ni	1500	Водород	60
Ni	1500	Воздух	0
Ni	1500	Азот	0
Pd	1600	Гелий	55
Pd	1600	Водород	40
Pd	1600	Воздух	25
Pd	1600	Азот	20
Pt	1700	Гелий	60
Pt	1700	Водород	43
Pt	1700	Воздух	0
Pt	1700	Азот	0

Кварцевое стекло [577]

Fe	1600	Воздух	52
Fe	1600	Азот	111

1	2	3	4
Хромомагнезит [577]			
Fe Fe	1600 1600	Воздух Азот	63 102
Магнезит [577]			
Fe Hg	1600 25	Воздух Азот	90 113
Хромит [577]			
Fe Fe	1600 1600	Воздух Азот	72 81
Стекло [1]			
Hg Na	Комнатная (48 ч) 300	Воздух Вакуум	137 90
Черный мрамор [579]			
Hg	Комнатная	Воздух	149
Диабаз [579]			
Hg	Комнатная	Воздух	142
Немецкий гранит [579]			
Hg	Комнатная	Воздух	134
Кальцит [579]			
Hg	Комнатная	Воздух	141
Пирит [579]			
Hg	Комнатная	Воздух	142
Слюда [1]			
Hg	Комнатная	Воздух	126

1	2	3	4
<b>Феррит</b> (42,8% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 42,07% MnO; 14,3% MgO [566])			
Cu	1200	Вакуум	95
<b>Феррит</b> (40% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 40% MgO; 20% (MnO; -MgO+CoO)			
Cu	1100	Вакуум	67
<b>MgO·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3MgO·2Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [566]			
Sn	1000	Аргон	155
Cu	1100	»	164
Cu	1500	»	160
Ni	1530	»	133
Co	1530	»	113
Fe	1560	»	90
<b>Магнезит</b> [1]			
Fe	1560	Азот	126
Ферромарганец	1560	Азот	79
Силикомарганец	1560	—	105
<b>Ошлакованный магнезит</b>			
Fe	1560	Азот	100
<b>Хромомагнезит</b> [1]			
Сталь (1,6%С, 0,2%Мп)	T <sub>пл</sub>	Атмосфера СО	166
<b>Шлак*<sup>1</sup></b>			
Штейн* (Ni—21,8%; Fe—49,9; S—25,3%)	1050	Азот	35
<b>Шлак*<sup>2</sup></b>			
Штейн (Ni—21,8%; Fe—49,9%; S—25,3%)	1050	Азот	26

\*<sup>1</sup> Состав шлака: 16% FeO; 20% CaO; 39,7% SiO<sub>2</sub>; 9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 10,2% MgO [1].

\*<sup>2</sup> » » 22% FeO; 20% CaO; 39,7% SiO<sub>2</sub>; 9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 10,25% Mg.



### 3. СТОЙКОСТЬ ПРОТИВ ДЕЙСТВИЯ РАСПЛАВЛЕННЫХ МЕТАЛЛОВ, СПЛАВОВ И ШЛАКОВ

Реагент	Температура, °C	Характер взаимодействия
1	2	3
<b>BeO [1]</b>		
Ni	1600	Реакции нет (гел)
Ni	1800	» »
Be	1800	Be не пропитывает окись бериллия, и, по-видимому, с ней не реагирует (гел)
Si	1600	Незначительное взаимодействие, просачивание расплавленного кремния по границам зерен BeO (гел)
Nb	1800	Появляется тонкий переходный слой, происходит небольшое разрушение тигля (гел)
Ti	1800	Коррозия BeO, впитывание Ti, темное окрашивание тигля (гел)
Zr	1800	Впитывание Zr и разрушение тигля (гел)
Mo	1800	Не реагирует (гел)
C	2300	Начинается реакция, уголь покрывается пленкой металлического вида (в)
N	2000	Желтый налет на тигле (в)
N	2000	Серебристый налет на тигле (в)
ThO <sub>2</sub>	2100	Плавнение с полным расплавлением при 2473 К (в)
ZrO <sub>2</sub>	1800	Легкое прилипание и оплавление (в)
MgO	1800	Появляется жидкая фаза, прочное прилипание расплава к тиглю BeO (в)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1900	Сильная реакция (в.о)
MgO	1900	Сильная реакция и расплавление (в.о)
ZrO <sub>2</sub>	1900	Сильная реакция (в.о)
Шпинель	1900	» » (в.о)
ThO <sub>2</sub>	1900	» » (в.о)
<b>MgO [1]</b>		
Ni	1800	Довольно сильное взаимодействие, плавление переходного слоя (гел)
Mo	1800	Не реагирует (гел)
Be	1600	Реагирует и пропитывает Тигель из MgO (гел)

1	2	3
Si	1410	Начало реакции на поверхности тигля (гел)
Si	1600	Активное взаимодействие, образование $Mg_2SiO_4$ (гел)
Zr	1800	Сильное взаимодействие (гел)
Nb	1600	Реакции нет (гел)
Nb	1800	Слабая реакция (гел)
C	1800	Начало реакции, восстановления нет (в)
N	2000	Восстановление $MgO$ легкое прилипание (в)
Mo	1600	Серебристый налет на $MgO$ (в)
BeO	1800	Появляется новая фаза, прилипание $MgO$ и $BeO$ (в)

### $Al_2O_3$ [1]

Mo	1800	Реакции нет (гел)
Ni	1410	» » (гел)
Ni	1600	» » »
Ni	1800	Слабая реакция (гел)
Nb	1600	» »
Nb	1800	Слабая реакция с образованием $Nb_2O_3$ (гел)
Ti	1600	Слабая реакция с образованием $TiO_2$ (гел)
Be	1900	Сильная реакция (гел)
Be	1600	Реакции нет (гел)
Be	1800	Слабая реакция с образованием $BeO$ (гел)
Si	1410	Слабая реакция с образованием $SiO_2$ и $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (гел)
Si	1600	Сильная реакция с образованием $SiO_2$ и $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (гел)
Zr	1600	Слабая реакция с образованием $ZrO_2$ (гел)
Zr	1900	Сильная реакция с образованием $ZrO_2$ (гел)
BeO	1900	Образование шпинели на поверхности тигля (в.о)
Шпинель	1900	Очень слабая реакция (в.о)
$ZrO_2$	1900	Сильная реакция (в.о)
$ThO_2$	1900	То же

1	2	3
---	---	---

### $\text{Al}_2\text{O}_3$ [305]

W	2080	Химическая реакция с образованием Al и $\text{WO}_3$ (в)
Mo	2080	Взаимодействует с образованием Al и $\text{MoO}_3$ (в)
Ta	2080	Активное химическое взаимодействие с разложением $\text{Al}_2\text{O}_3$ (в)

### $\text{Al}_2\text{O}_3$ [1]

Nb	2080	Активное химическое взаимодействие (в)
----	------	--

### $\text{SiO}_2$ [305]

W	2700	Активное химическое взаимодействие с образованием $\text{WO}_3$ (в)
---	------	---

### $\text{CaO}$ [1]

C	2000	Образование металлического кальция и карбида (уг. CO)
---	------	---

### $\text{TiO}_2$ [1]

Mo	1600	Реакций нет (гел)
Ni	1450	» »
Ni	1600	Реакции нет (гел)
Ti	1600	Слабая реакция (гел)
Be	1600	Сильная реакция (гел)
Si	1410	Слабая реакция (гел)
Si	1610	Сильная реакция (гел)
Zr	1600	То же
W	1800	Химическое взаимодействие с образованием $\text{WO}_3$ и низших окислов титана (в)
Mo	1880	Химическое взаимодействие с образованием $\text{MoO}_3$ (в)
Ta	1880	Сильное химическое взаимодействие с образованием окислов тантала (в)
Nb	1880	Активное химическое взаимодействие (в)

### $\text{V}_2\text{O}_5$ [305]

W	700	Активное химическое взаимодействие с образованием окислов вольфрама (в)
---	-----	---

1	2	3
Mo	700	Активное химическое взаимодействие
Ta	700	Активное химическое взаимодействие
Nb	700	Активное взаимодействие (в)
<b>CuO [1]</b>		
Растворы солей трехвалентного железа	—	Соответствующие соли двухвалентной меди $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (в)
<b><math>\text{Cu}_2\text{O}</math> [1]</b>		
То же	—	Образует феррит, устойчивый выше 1373 К (в)
<b><math>\text{ZrO}_2</math> [1]</b>		
Mo	1600	Реакции нет (г)
Mo	1800	» »
Ni	1410	» »
Ni	1600	» »
Ni	1800	Реакции нет (гел)
Nb	1600	Слабая реакция (гел)
Nb	1800	Сильная реакция (гел)
Ti	1400	Реакции нет (гел)
Ti	1600	Слабая реакция с образованием $\text{TiO}_2$ (гел)
Be	1400	Реакции нет (гел)
Be	1600	Слабая реакция с образованием $\text{BeO}$ (гел)
Si	1410	Реакции нет (гел)
Si	1600	Сильная реакция с образованием $\text{SiO}_2$ (гел)
Zr	1600	Реакции нет (гел)
Zr	1800	» » (гел)
W	1600	На тигле жесткий налет, малые изменения до 2273 К, после чего заметное разложение (в)
Mo	2200	Легкое прилипание, разложение при 2573 К (в)
$\text{ThO}_2$	2200	Легкое прилипание, отсутствие жидкой фазы при 2573 К (в)

1	2	3
BeO	1900	Незначительное прилипание вследствие плавления, полное расплавление при 2273 К (в)
Графит	1600	Восстановление $ZrO_2$ , образование карбида (в)
MgO	2000	Жидкая фаза, приваривание при 2373 К (в)
$Al_2O_3$	1900	Сильная реакция (в.о)
MgO	1800	Очень слабая реакция (в.о)
	1900	Слабая реакция (в.о)
	1900	Очень слабая реакция (в.о)
Шпинель	1900	» » »
Уголь, водород, пары серы	2000	Почти не разъедается (в.о)
Силикаты железа	Выше 2000	Взаимодействует (в.о)
Кислые и сернокислые соли натрия и калия, соли фтористоводородной кислоты		Действуют очень медленно (в.о)
N	~2000	Образуются нитриды
C		Образуются карбиды (в.о)
<b><math>Nb_2O_5</math> [305]</b>		
W	1460	Активное химическое взаимодействие с образованием $WO_3$ (в)
Mo	1460	Активное взаимодействие с образованием $MoO_3$ (в)
Ta	1460	Активное взаимодействие (в)
Nb	1460	Химическое взаимодействие (в)
<b><math>MoO_3</math> [305]</b>		
W	825	Активное химическое взаимодействие с образованием окислов вольфрама $WO_3$ , $W_{18}O_{49}$ (в)

1	2	3
Mo	825	Активное химическое взаимодействие (в)
Ta	825	Активное взаимодействие (в)
<b>CeO [1]</b>		
ThO <sub>2</sub>		Дает смеси, плавящиеся выше 2600° С (в)
Be		Дает эвтектики
MgO		» »
CaO		» »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и другие окислы Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		» »
		Образуется Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·CeO <sub>2</sub>
<b>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [305]</b>		
W	1910	Активное взаимодействие с образованием TaO и WO <sub>3</sub> (в)
Mo	1910	Активное взаимодействие с образованием MoO <sub>3</sub> (в)
Ta	1910	Активное химическое взаимодействие (в)
Nb	1910	Активное взаимодействие (в)
<b>WO<sub>3</sub> [305]</b>		
W	1490	Активное взаимодействие (в)
Mo	1490	Активное взаимодействие с образованием окислов MoO <sub>3</sub> (в)
Ta	1490	Активное взаимодействие (в)
Nb	1490	Активное химическое взаимодействие (в)
<b>ThO<sub>2</sub> [1]</b>		
Pt	1800	Тигли из ThO <sub>2</sub> не подвергаются разрушению и переносят плавку платины в окислительной среде (в)
Mo	1800	Реакции нет (гел)
Ni	1600	» »
Nb	1800	Слабая реакция (гел)
Ti	1670	Реакции нет (гел)
Ti	1800	Реакции нет (гел)
Be	1600	Слабая реакция
Si	1600	Активная реакция (гел)

1	2	3
Zr	1600	Реакции нет (гел)
Zr	1800	» »
Графит	2000	Восстановление $\text{ThO}_2$ с образованием карбидов (в)
BeO	2100	Плавение, полное расплавление при 2473 К (в)
MgO	2200	Разрушение $\text{ThO}_2$ , прилипания к тиглю нет (в)
W	2200	Незначительное восстановление $\text{ThO}_2$ , слабая реакция при 2573 К, сильное приваривание (в)
Mo	1900	Слабая реакция до 2573 К, прилипание к тиглю (в)
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1600	Реакции нет (в.о)
MgO	1800	» »
BeO	1800	Сильная реакция (в.о)
$\text{ZrO}_2$	1800	Реакции нет (в.о)
Шпинель	1800	» »

#### $\text{UO}_2$ [1]

C	1500	С температуры 1623 К начинается реагирование, эффективно продолжающееся при условии моновариантного равновесия (в.о)
---	------	--

Примечание. Сокращения в скобках означают атмосферу, в которой происходит взаимодействие реагента с окислом: в — вакуум; гел — геллий; в.о — восстановительно-окислительная атмосфера, характерная для газовой печи; уг — углерод.

# ГЛАВА X ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ БИНАРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕМЕНТ — КИСЛОРОД

В этой главе приведены диаграммы состояния бинарных систем и к некоторым из них даны описания.

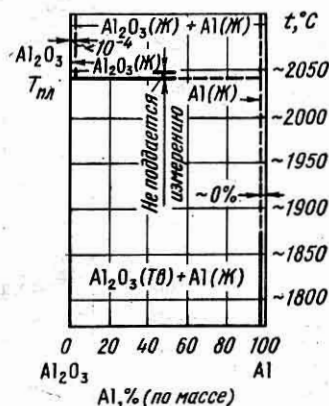
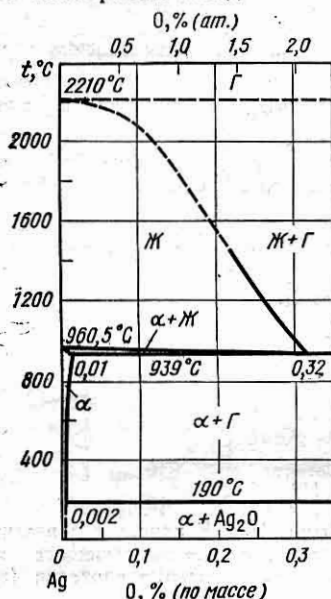


Рис. 41. Диаграмма состояния системы Al—O [580]

Рис. 40. Диаграмма состояния системы Ag—O [16]

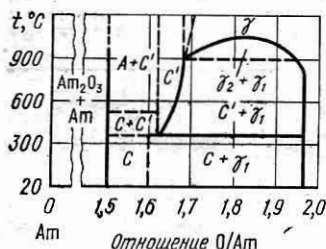


Рис. 42. Диаграмма состояния системы Am—O [581]

A — гексагональная  $\text{Am}_2\text{O}_3$ ; C — низкотемпературная  $\text{Am}_2\text{O}_3$ ; C' — высокотемпературная  $\text{Am}_2\text{O}_3$ ;  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  —  $\text{AmO}_{2-x}$ . Диаграмма

охватывает состояния в области Am—AmO<sub>2</sub>. При отношении  $0/\text{Am} < 1,5$  наблюдается двухфазная область Am + Am<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · Am<sub>2</sub>O<sub>3</sub> существует в двух модификациях: низкотемпературная форма C (о. ц. к.) и высокотемпературная форма A (гексагональная). При 350° С в результате взаимодействия обогащенной кислородом фазы C с

AmO<sub>1,98</sub> образуется соединение AmO<sub>1,62</sub> (фаза C'). При более высоких тем-

пературах область этой фазы доходит до  $0/\text{Am} = 1,68$ . При температурах выше 1020° С и в области составов  $1,7 \leq 0/\text{Am} \leq 2,0$  существует гранецентрированная кубическая фаза  $\gamma(\text{AmO}_{2-x})$ . Более низким температурам соответствует двух-

фазная область  $\gamma_1 + \gamma_2$  — двух фаз AmO<sub>2-x</sub> разного состава (также г. ц. к.).

При дальнейшем понижении температуры двухфазная область состоит из фаз C' и  $\gamma_1$ , а при комнатной температуре фаза  $\gamma_1$  состава AmO<sub>1,98</sub> находится

в равновесии с C—Am<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



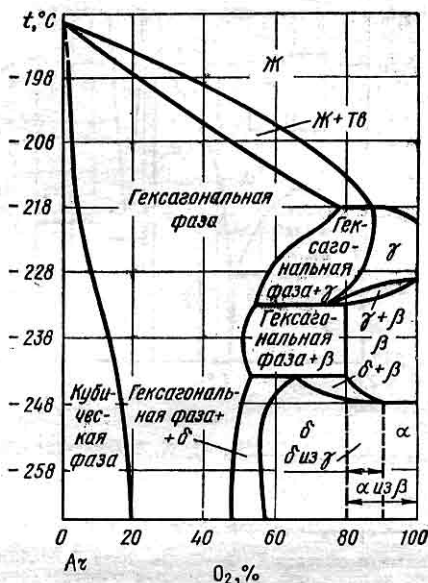


Рис. 43. Диаграмма состояния системы  $\text{Ag}-\text{O}$  [1]. Ниже линии солидуса расположены однофазные и двухфазные области твердых растворов. В части системы, богатой аргоном, непосредственно под линией солидуса имеется обширная область гомогенности фазы с гексагональной плотноупакованной структурой. Эта фаза в чистом аргоне является метастабильной, но уже малые количества кислорода ее стабилизируют. При пониженных температурах она переходит в гранцентрированную кубическую фазу, содержащую от 1 до 20%  $\text{O}_2$ . При содержании от 20 до 50%  $\text{O}_2$  гексагональная фаза сохраняется до  $-273^\circ\text{C}$ .

Со стороны, богатой кислородом, диаграмма усложняется из-за превращений, происходящих в кислороде.  $\gamma\text{-O}_2$  растворяют до 12,5%  $\text{Ag}$ , после чего образуется широкая (от 55 до 87,5%  $\text{O}_2$ ) двухфазная область — раствор  $\text{Ag}$  в  $\gamma\text{-O}_2$  + раствор кислорода в гексагональном  $\text{Ag}$ .

$\beta\text{-O}_2$  растворяет до 21%  $\text{Ag}$ ; при более высоком содержании  $\text{Ag}$  также находится в равновесии с гексагональной фазой, образуя двухфазную область.  $\alpha$ -кислород может содержать до 20%  $\text{Ag}$ .

Между областями гомогенности фаз  $\alpha$  и гексагональной открыта структура, обозначенная буквой  $\delta$ . Положение границы области этой фазы со стороны повышенного содержания кислорода не может быть определено однозначно, так как область между 80 и 90%  $\text{O}_2$  относится или к фазе  $\delta$ , или к фазе  $\alpha$  в зависимости от условий получения образца. Если образец с содержанием, например, 80%  $\text{O}_2$  имеет структуру  $\gamma$  и быстро охлаждается до температуры ниже превращения  $\beta-\alpha$  (23,5 K), продуктом превращения является  $\delta$ ; если же этот образец охлаждается из области, где он состоит из фазы  $\beta$ , то в результате получается чистая  $\alpha$ -структура. Поэтому на диаграмме показаны пунктиром два положения границы между областью  $\alpha$  и предполагаемой двухфазной областью  $\alpha+\delta$ . Фаза  $\delta$  может существовать между 55 и 90%  $\text{O}_2$ , но при охлаждении из области  $\beta$  — между 55 и 80%  $\text{O}_2$ .

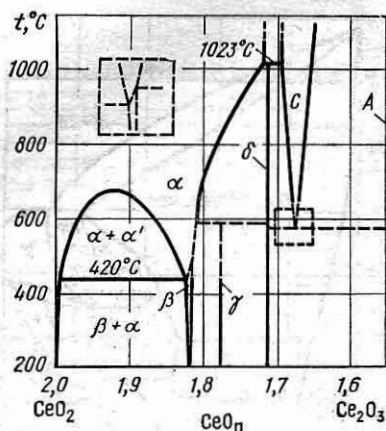


Рис. 44. Диаграмма состояния системы Ce—O (от  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  до  $\text{CeO}_2$ ) [1]. В системе CeO известны фазы: А— $\text{Ce}_2\text{O}_3$  (гексагональная), С— $\text{Ce}_2\text{O}_3$  (кубическая) гомогенная от  $\text{CeO}_{1,651}$  до  $\text{CeO}_{1,688}$  при  $1023^\circ\text{C}$  (точнее  $1028^\circ\text{C}$ ),  $\delta$ -фаза ( $\text{CeO}_{1,74}$ )  $\gamma$ -фаза ( $\text{CeO}_{1,778}$ ),  $\beta$ -фаза ( $\text{CeO}_{1,818}$ ) и  $\alpha$ -фаза ( $\text{CeO}_2$ ). На рис.

приведена примерная диаграмма в области  $\text{CeO}_2$ — $\text{Ce}_2\text{O}_3$ . Фаза  $\delta$  стабильна до температуры  $1023^\circ\text{C}$ , выше которой она разлагается с образованием С и  $\alpha$ . Между температурами  $636$  и  $1023^\circ\text{C}$  высокоупорядоченная фаза  $\delta$  существует в равновесии с неупорядоченной фазой  $\text{CeO}_{1,72+x}$  и фазой  $\text{C}(\text{CeO}_{1,70-y})$ . Ниже  $600^\circ\text{C}$  возможно существование двух типов равновесия (они показаны на диаграмме пунктиром): 1) фаза С разлагается по эвтектичной реакции на  $\delta$  и  $\text{CeO}_{1,5}$ ; 2) дефектная фаза С упорядочивается с образованием стехиометрической фазы состава  $\text{CeO}_{1,67}$ .

Таким образом, ниже  $600^\circ\text{C}$  возможно сосуществование двух двухфазных областей:  $\text{CeO}_{1,74} + \text{CeO}_{1,67}$  и  $\text{CeO}_{1,67} + \text{CeO}_{1,5}$ . Упорядоченная фаза  $\beta$  ( $\text{CeO}_{1,818}$ ) при  $693\text{ K}$  переходит в кубическую  $\alpha'$ -фазу. Двухфазная область  $\alpha' + \alpha$  уменьшается с ростом температуры и исчезает при  $685^\circ\text{C}$ . Выше этой температуры фазы  $\alpha'$  и  $\alpha$  идентичны. Упорядоченная фаза  $\gamma$  ( $\text{CeO}_{1,778}$ ) разлагается при температуре  $600^\circ\text{C}$  с образованием фаз  $\alpha$  и  $\delta$ .

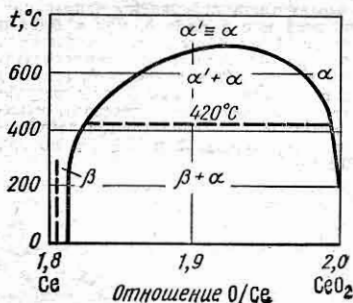


Рис. 45. Часть диаграммы состояния системы Ce—O [1] в области составов  $\text{CeO}_{1,8}$ — $\text{CeO}_2$  и области температур  $0$ — $1073\text{ K}$ .

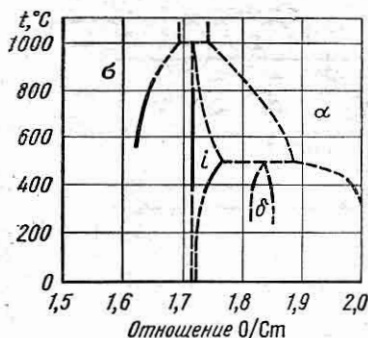
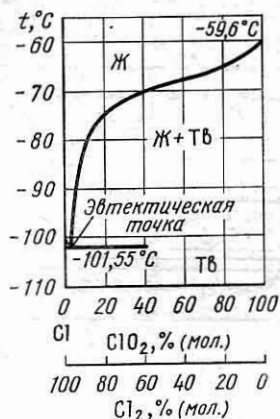


Рис. 46. Часть диаграммы состояния системы Cl—O [582]

Рис. 47. Диаграмма состояния системы Sm—O [583] предположительная, составлена по аналогии с диаграммами лантанидов Ce—O, Pr—O, поскольку экспериментально полученные изобары температура — состав очень сходны с соответствующими кривыми для окислов редкоземельных элементов. Пунктирные линии очень неопределенны; температуры перитектоидного распада 1000°С для фазы  $\gamma$  и 500°С для фазы  $\delta$  выбраны ориентировочно.

Фаза  $\gamma$  примерно соответствует  $\text{SmO}_{1,72}$ , фаза  $\delta$  —  $\text{SeO}_{1,82}$ . Для обозначения фаз использована терминология, принятая для окислов лантанидов. Фаза  $\delta$  имеет довольно широкую область гомогенности. Фаза состава несколько ниже  $\text{O/Sm}=2,0$ , по-видимому, подобна нестехиометрической фазе  $\alpha$  окислов лантанидов. Нестехиометрическая фаза, обнаруженная при высоких температурах, рассматривается как подобная фазе  $\sigma$  в окислах лантанидов.

Большая ширина области фазы  $\gamma$ , возможно, обусловлена трудноудаляемой примесью Аг в исследованном образце.

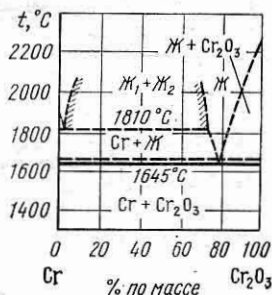
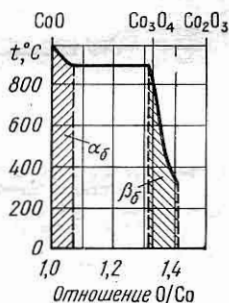
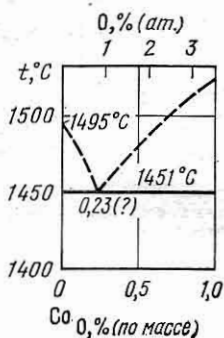


Рис. 48. Диаграмма состояния системы Co—CoO [16]

Рис. 49. Диаграмма состояния системы Co—O [256]

Рис. 50. Диаграмма состояния системы Cr—O [584]

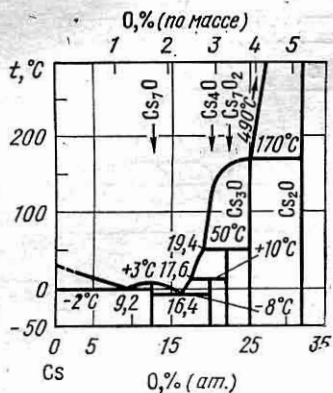


Рис. 51. Диаграмма состояния системы Cs—O [586, т. I]

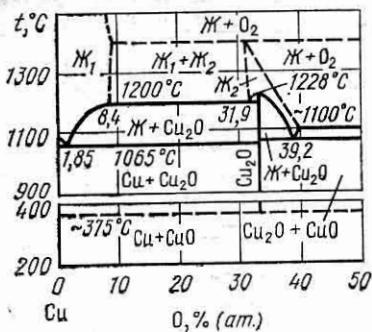


Рис. 52. Диаграмма состояния системы Cu—O [587]

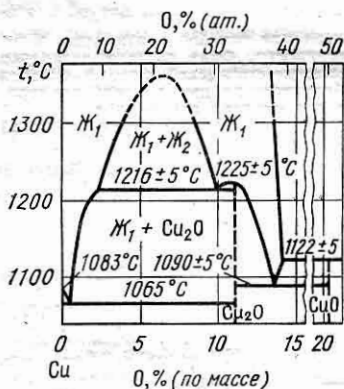


Рис. 53. Диаграмма состояния системы Cu—O [588]

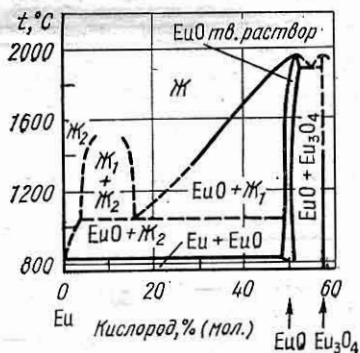


Рис. 54. Диаграмма состояния системы Eu—O [589]

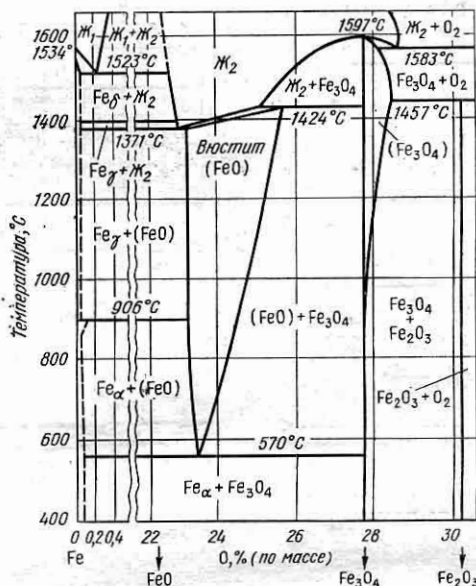


Рис. 55. Диаграмма состояния системы Fe—O. Представлены окисные соединения железа — вюстит (твердые растворы кислорода в закисе железа), магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Вакантные места решетки вюстита при дополнительном окислении могут заполняться ионами кислорода и трехвалентного железа, поэтому вюстит оказывается раствором переменной концентрации и на диаграмме представлен не вертикальной линией, а областью (FeO). Минимально возможное содержание кислорода в вюстите почти не меняется с температурой, предельное содержание заметно возрастает при повышении температуры. Ниже температуры  $570^\circ\text{C}$ , при которой происходит эвтектондное превращение  $\text{Fe}_\alpha + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow 4\text{FeO}$ , закись железа не может существовать даже в растворе.

При повышенных температурах возможно дополнительное растворение кислорода в  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , что приводит к образованию области  $(\text{Fe}_2\text{O}_4)$ .

Растворимость кислорода во всех модификациях железа мала, и потому присутствие кислорода не вызывает изменения температуры перехода железа из одной модификации в другую. На диаграмме эти твердые растворы условно, не в масштабе, ограничены пунктирными линиями. Растворимость кислорода в  $\text{Fe}_\delta$  достигает величины около 0,005% (по массе), а в  $\text{Fe}_\gamma$  она несколько

меньше. Превращение  $\text{Fe}_\gamma \rightarrow \text{Fe}_\alpha$  сопровождается увеличением растворимости кислорода. При  $900^\circ\text{C}$  предельное содержание кислорода в  $\text{Fe}_\alpha$  приближается к 0,03% и уменьшается с понижением температуры.

В расплавленном состоянии наблюдается широкая область несмешивающихся жидкостей — расплава раствора кислорода в железе  $\text{Ж}_1$  и расплава окислов  $\text{Ж}_2$ . Температура плавления вюстита и превращения его в  $\text{Ж}_2$  повышается с  $1371$  до  $1424^\circ\text{C}$  по мере увеличения содержания в нем кислорода. Магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  плавится конгруэнтно при  $1597^\circ\text{C}$ , превращаясь в  $\text{Ж}_2$ .

Однородная область существования  $\text{Ж}_2$  ограничивается, с одной стороны, составами жидкого вюстита с предельно низким содержанием кислорода и, с другой стороны, линией максимально возможного содержания кислорода в  $\text{Ж}_2$  в присутствии газообразного кислорода под давлением 100 кПа.

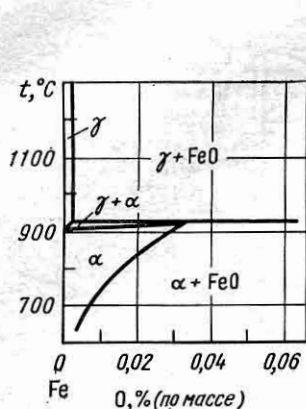


Рис. 56. Часть диаграммы состояния системы Fe—O [1] характеризует превращения в твердом состоянии в интервале температур 600—1300° С при содержании кислорода до 0,06% (по массе).

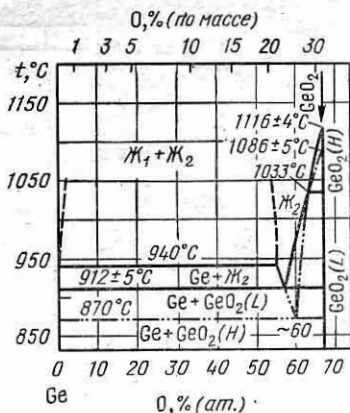


Рис. 57. Диаграмма состояния системы Ge—O [586, т. II]:  
 ————— стабильное равновесие  
 ..... метастабильное равновесие с  $\text{GeO}_2(\text{H})$   
 - - - - - метастабильное равновесие с  $\text{GeO}_2(\text{L})$

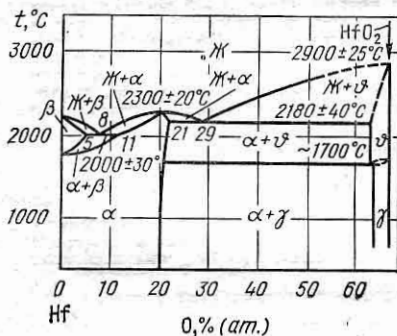


Рис. 58. Диаграмма состояния системы Hf—O [1]

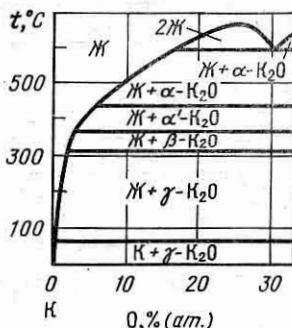
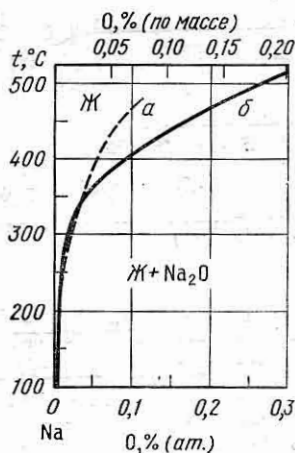
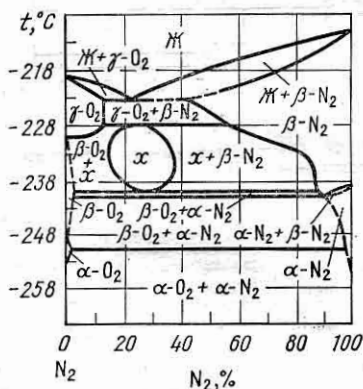
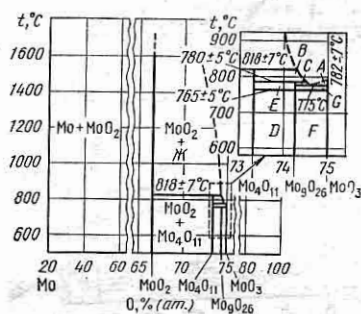
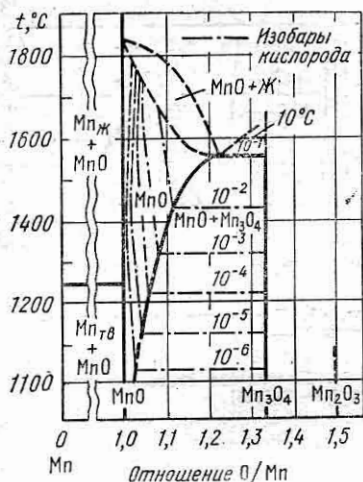


Рис. 59. Диаграмма состояния системы K—O [590]



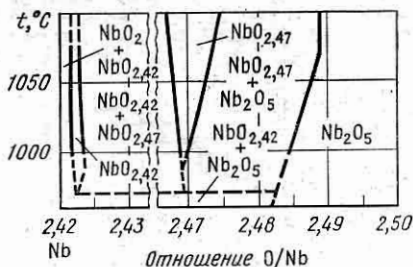
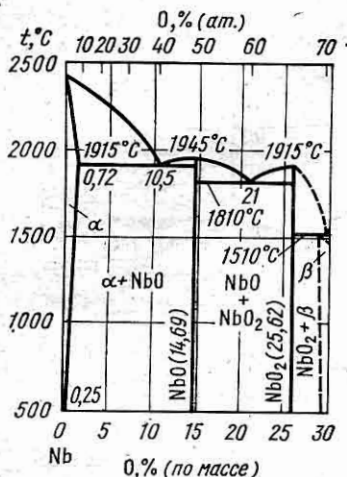


Рис. 65. Диаграмма состояния системы Nb—O [596]

Рис. 64. Диаграмма состояния системы Nb—O [595]

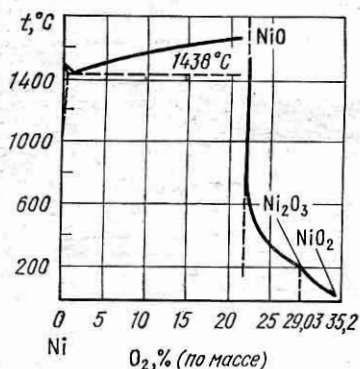


Рис. 66. Диаграмма состояния системы Ni—O [597]

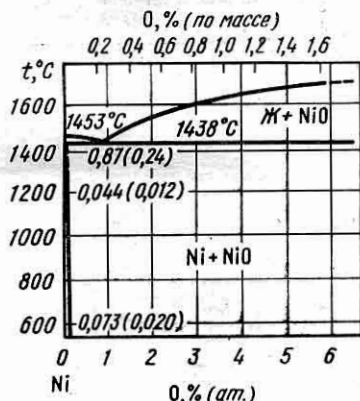


Рис. 67. Часть диаграммы состояния системы Ni—O [1]

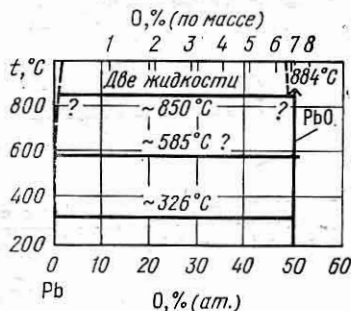


Рис. 68. Диаграмма состояния системы Pb—O (в области Pb— $\text{PbO}$ ) [1]



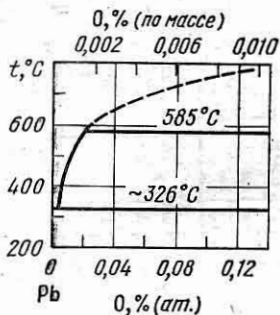


Рис. 69. Часть диаграммы состояния системы Pb—O [1]

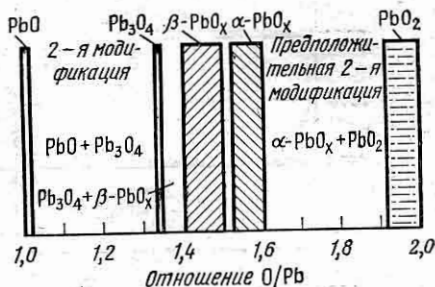


Рис. 70. Ширина фазовых областей в системе Pb—O (от PbO до PbO<sub>2</sub> [598])

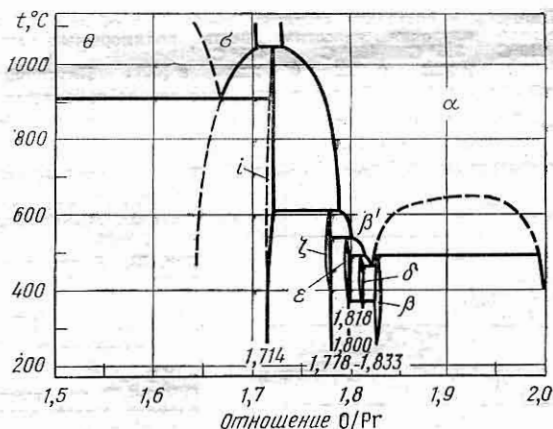


Рис. 71. Диаграмма состояния системы Pr—O [599]. Между полуторным окислом  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  и двуокисью  $\text{PrO}_2$  имеются пять устойчивых при пониженных температурах упорядоченных фаз с узкой областью гомогенности, относящихся к гомологическому ряду  $\text{Pr}_n\text{O}_{2n-2}$ . Окислы эти следующие:

$\text{Pr}_7\text{O}_{12}$  ( $\text{PrO}_{1,714}$ ) — фаза  $i$ ;  $\text{Pr}_9\text{O}_{16}$  ( $\text{PrO}_{1,778}$ ) — фаза  $\zeta$ ;  $\text{Pr}_{10}\text{O}_{18}$  ( $\text{PrO}_{1,800}$ ) — фаза  $\varepsilon$ ;  $\text{Pr}_{11}\text{O}_{20}$  ( $\text{PrO}_{1,818}$ ) — фаза  $\delta$ ;  $\text{Pr}_{12}\text{O}_{22}$  ( $\text{PrO}_{1,833}$ ) — фаза  $\beta$ .

Имеются также две нестехиометрические фазы при высоких температурах и давлениях:  $\sigma$  — ниже состава  $\text{PrO}_{1,68}$  и  $\alpha$  — выше состава  $\text{PrO}_{1,72}$ .  $\beta'$  — неупорядоченная фаза  $\beta$ .  $\theta$  — высокотемпературная форма А полуторного окисла. Для большинства упорядоченных фаз наблюдается перитектоидное превращение с переходом в неупорядоченное состояние.



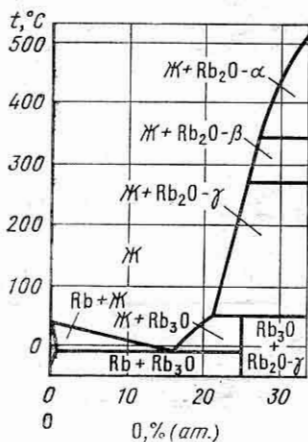


Рис. 74. Диаграмма состояния системы Rb—O [600]

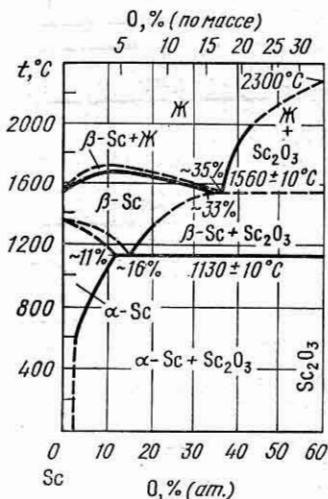


Рис. 75. Диаграмма состояния системы Sc—O [252]

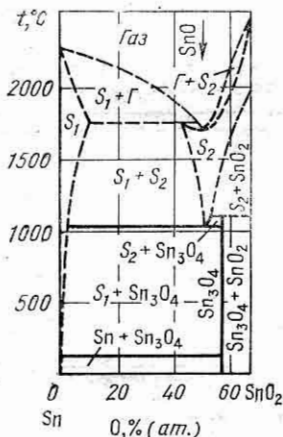


Рис. 76. Диаграмма состояния системы Sn—O [1], схематична в области Sn—SnO<sub>2</sub>. Пунктиром изображены границы гипотетических областей. Устойчивыми соединениями являются SnO<sub>2</sub> (до температуры плавления 2000°С) и Sn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (хотя некоторые авторы отрицают существование этого окисла). SnO существует в газообразном и расплавленном состояниях. Выше 1040°С олово реагирует с SnO<sub>2</sub>, образуя SnO. При охлаждении до 1040°С SnO затвердевает и одновременно диссоциирует на Sn и Sn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Таким образом, устойчивой кристаллической формы SnO не существует. Ниже 400°С SnO может быть получена, но в метастабильном состоянии; при нагревании выше 400°С она разлагается по уравнению  $4\text{SnO} \rightarrow \text{Sn}_3\text{O}_4 + \text{Sn}$ .

Температура кипения олова 2270°С, двуокиси олова ~2500°С; для SnO температура кипения оценена примерно в 1700°С.

В жидком состоянии имеется область несмешиваемости двух жидкостей: S<sub>1</sub>, богатой оловом, и S<sub>2</sub>, богатой кислородом, находящаяся при 1040°С в пределах содержания кислорода от 3 до 50% (ат.)

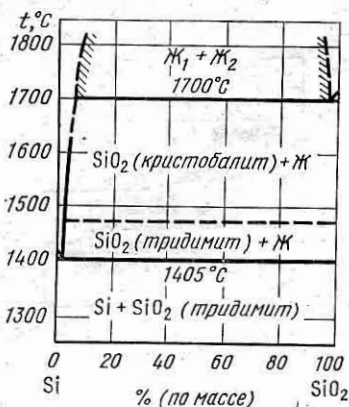


Рис. 77. Диаграмма состояния системы Si—O [584]

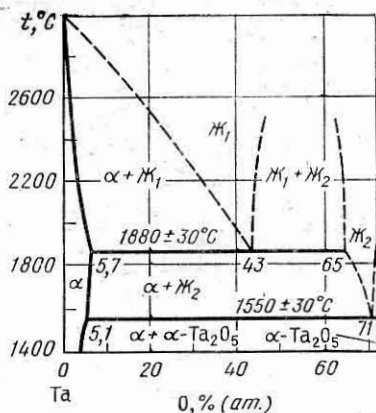


Рис. 78. Диаграмма состояния системы Ta—O [253]

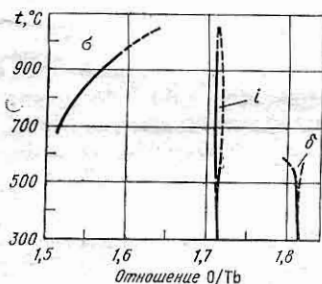


Рис. 79. Диаграмма состояния системы Tb—O [601]. Установлено существование трех фаз. Фаза  $\delta$  ( $\text{TbO}_{1,818}$ ) устойчива при низких температурах. В интервале между 469 и 490° С она переходит в фазу  $i$  ( $\text{TbO}_{1,714}$ ); фаза  $i$  имеет узкую область гомогенности. В интервале между 787 и 833° С установлен переход  $i \rightarrow \delta$ . Фаза  $\delta$  устойчива при высоких температурах, выше 700° С.

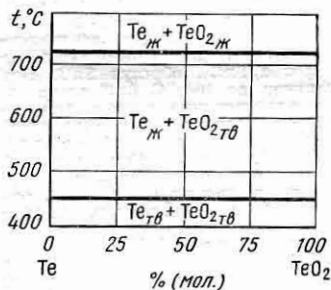


Рис. 80. Диаграмма состояния системы TeO—O [1]

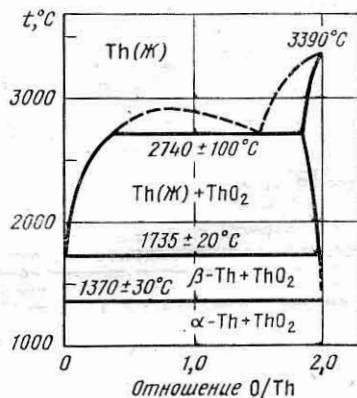


Рис. 81. Диаграмма состояния системы Th—O [254]

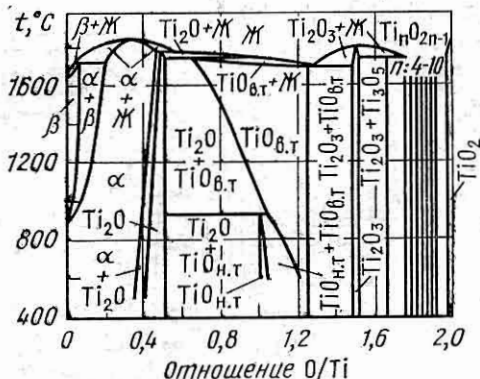


Рис. 82. Диаграмма состояния системы Ti—O [602]:  $\text{TiO}_{\text{в.т}}$  —  $\text{TiO}$  — высокотемпературная;  $\text{TiO}_{\text{н.т}}$  —  $\text{TiO}$  — низкотемпературная. Область Ti— $\text{Ti}_2\text{O}$  содержит металлические фазы  $\alpha$  (гексагональную) и  $\beta$  (кубическую) и фазу  $\text{Ti}_2\text{O}$  переменного состава. Температура плавления  $\beta$ -Ti  $1660 \pm 10^\circ \text{C}$ , температура перехода  $\alpha \rightleftharpoons \beta$   $882 \pm 3^\circ \text{C}$ . Фаза  $\text{Ti}_2\text{O}$  ( $\text{Ti}_2\text{O}_{1-y}$ ) имеет область гомогенности, расширяющуюся с понижением температуры. В области между  $\text{Ti}_2\text{O}$  и  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  содержатся высоко- и низкотемпературные модификации  $\text{TiO}$  ( $\text{TiO}_{\text{в.т}}$  и  $\text{TiO}_{\text{н.т}}$ ). Температура перехода  $\text{TiO}_{\text{в.т}} \rightleftharpoons \text{TiO}_{\text{н.т}}$  находится между  $950$  и  $925^\circ \text{C}$ . В области  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ — $\text{TiO}_2$  находятся  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ti}_3\text{O}_5$ , семь дискретных фаз гомологического ряда  $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$  ( $n$  от 4 до 10) и  $\text{TiO}_2$ .  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  плавится при  $1839 \pm 10^\circ \text{C}$ .  $\text{Ti}_3\text{O}_5$  плавится инконгруэнтно, ее перитектическая температура равна  $1774 \pm 10^\circ \text{C}$ . Температура плавления  $\text{TiO}_2$   $1870^\circ \text{C}$ .

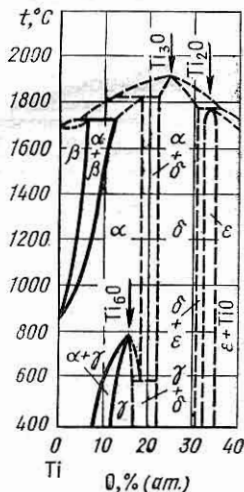
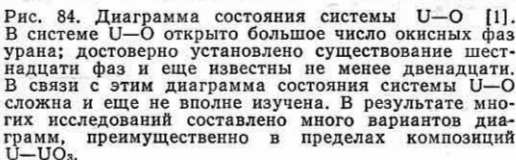


Рис. 83. Диаграмма состояния системы Ti—O с учетом субоксидов [603]. Кроме субоксида  $\text{Ti}_2\text{O}$ , включенного в диаграмму, установлено существование субоксидов  $\text{Ti}_6\text{O}$  и  $\text{Ti}_3\text{O}$ . Первый образуется из  $\alpha$ -твердого раствора, второй — при кристаллизации. На представленной схематично части диаграммы состояния системы Ti—O внесены все три известные субоксида;  $\gamma$ -,  $\delta$ - и  $\epsilon$ -фазы переменного состава соответственно на основе  $\text{Ti}_6\text{O}$ ,  $\text{Ti}_3\text{O}$  и  $\text{Ti}_2\text{O}$ .



Приводимые три диаграммы (рис. 84—86) достаточно полно представляют имеющиеся сведения об окисных фазах урана в указанной области. Данная диаграмма составлена по результатам ряда работ и охватывает область составов, определяемых отношением  $O/U$  от 0 до 3, и широкую область температур от 200 до 2800° С.

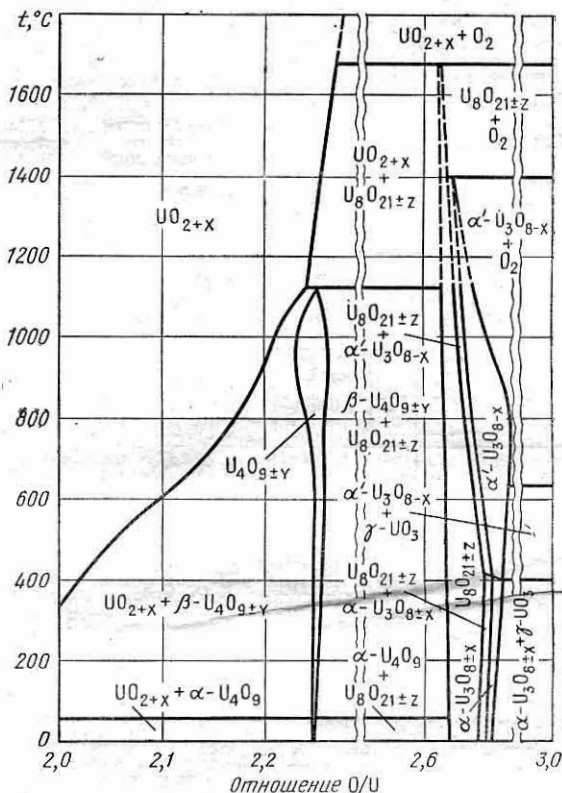


Рис. 85. Диаграмма состояния системы U—O [251], O/U от 2,0 до 3,0, область температур 0—1800° С, уточнены границы фазовых областей при атмосферном давлении. Установлено существование фазового перехода II рода у  $U_4O_9$  при 338 К, обусловленного изменением симметрии ячейки от ромбоэдрической к кубической. Выяснено, что при атмосферном давлении существует только одна стабильная модификация трехоксида урана  $\gamma\text{-UO}_3$ .

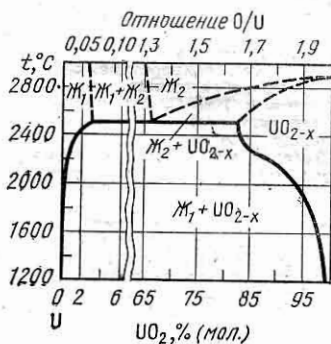
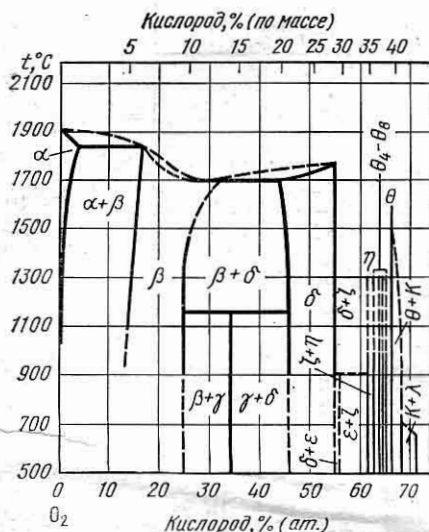


Рис. 86. Диаграмма состояния системы  $U-UO_2$  в области высоких температур [604], приближенная. В жидком состоянии обнаружена область расслоения. Монотектической реакции соответствует состав  $65 \pm 5\%$  (мол.)  $UO_2$  и температура  $2500 \pm 30^\circ C$ .

Рис. 87. Диаграмма состояния системы V—O [605]. Окончательно еще не изучена. Известно большое число окислов ванадия; некоторые из них имеют более или менее широкую область гомогенности. Приведенная диаграмма состояния, составленная по результатам ряда исследований, включает следующие фазы:



$\alpha$ — твердые растворы в кислороде	Область концентраций
O в $\alpha$ - V	$VO_{0,00} - VO_{0,01}$
$\beta$	$VO_{0,18} - VO_{0,33}$
$\gamma$ ( $V_2O$ )	$VO_{0,53}$
$\delta$ ( $VO_{1\pm x}$ )	$VO_{0,85} - VO_{1,24}$
$\epsilon$ ( $VO_{1,27}$ ) <sup>*1</sup>	—
$\zeta$ ( $V_2O_3$ )	—
$\eta$ ( $V_3O_5$ )	—
$\theta_n$ ( $4 < n < 8$ )	$V_nO_{2n-1}$ <sup>*2</sup>
$\theta$ ( $VO_2$ )	—
K ( $V_6O_{13}$ )	—
$\lambda$	$VO_{2,47} - VO_{2,5}$

<sup>\*1</sup> Образуется при температуре ниже 1173 К. Существование этой фазы окончательно не доказано.

<sup>\*2</sup> 5 соединений с общей формулой.

Как следует из диаграммы, фаза  $\beta$  образуется по перитектической реакции между VO и богатым ванадием жидкостью при 1963 К, а фаза  $\gamma$ , находящаяся между VO и  $\beta$ , — в интервале температур 1373—1473 К. Более поздними исследованиями установлено перитектоидное превращение  $\alpha + \beta \rightleftharpoons V_2O$  при температуре  $\sim 783$  К.

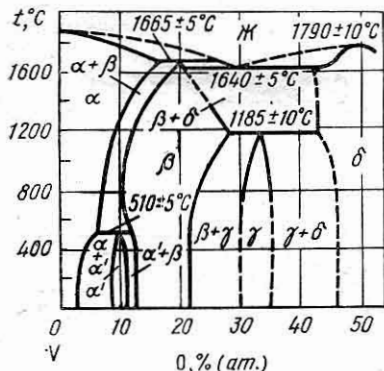


Рис. 88. Диаграмма состояния системы V—VO [606]. Показаны области гомогенности фазы  $V_2O$  ( $\alpha'$ ) и фазы  $V_2O$  ( $\gamma$ ), температура перитектоидного образования которой определена в  $1185^\circ\text{C}$ . Установлено существование эвтектической реакции между фазами  $\beta$  и  $\delta$  при  $1640^\circ\text{C}$  и 29% (ат.) кислорода. Уточнена температура перитектической реакции ( $1665^\circ\text{C}$ ) образования фазы  $\beta$ . Уточнена растворимость кислорода в ванадии, оказавшаяся значительно больше, указывавшейся в прежних работах. Определена температура конгруэнтного плавления фазы  $\delta$  ( $VO$ ),  $1790^\circ\text{C}$ .



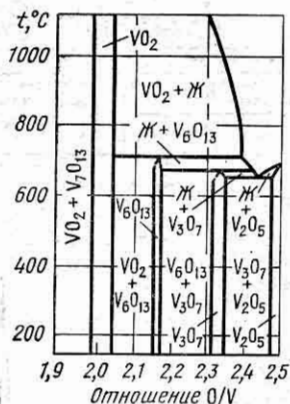


Рис. 89. Диаграмма состояния системы V—O [607] в области высших окислов ванадия [от  $\sim 65,5$  до  $\sim 71,5\%$  (ат.) O]. Здесь уточнены области гомогенности фаз  $\text{VO}_2(\theta)$ ,  $\text{V}_6\text{O}_{13}(\text{K})$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5(\lambda)$ , а также фазы  $\text{V}_3\text{O}_7$ , отсутствующей на прежней диаграмме (рис. 87). Показано, в результате каких реакций образуются эти фазы.

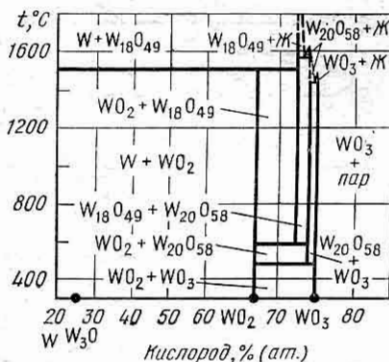
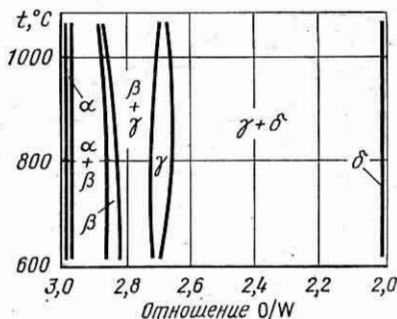


Рис. 90. Диаграмма состояния системы W—O [608]. Диаграмма схематична. На ней представлены соединения  $\text{WO}_2$ ,  $\text{W}_{18}\text{O}_{49}$ ,  $\text{W}_{20}\text{O}_{58}$  и  $\text{WO}_3$ , для которых определена устойчивость при высоких температурах; области гомогенности этих фаз не определялись.

Вопрос о существовании окисла  $\text{W}_3\text{O}$  не решен; этот окисел, по-видимому, не является устойчивой фазой.

Верхняя температура устойчивости  $\text{WO}_2$  равна  $1530 \pm 5^\circ \text{C}$ , выше которой происходит диссоциация на W и  $\text{W}_{18}\text{O}_{49}$ . Для фазы  $\text{W}_{18}\text{O}_{49}$  максимальная температура устойчивости не установлена, однако известно, что она устойчива при  $1700^\circ \text{C}$ . Фаза  $\text{W}_{20}\text{O}_{58}$  устойчива, по крайней мере, до  $1550^\circ \text{C}$ , когда уже образуется некоторое количество жидкой фазы. Температура плавления фазы  $\text{WO}_2$  составляет  $1472^\circ \text{C}$ , но возможно, что плавится фаза нестехиометрического состава с недостатком кислорода.

Рис. 91. Области фаз  $\alpha(\text{WO}_3)$ ,  $\beta(\text{W}_{20}\text{O}_{58})$ ,  $\gamma(\text{W}_{18}\text{O}_{49})$ ,  $\delta(\text{WO}_2)$  в системе W—O [1]. Высказано мнение о существовании гомологического ряда соединений с общей формулой  $\text{W}_n\text{O}_{3n-2}$ . К нему относятся окислы составов  $\text{W}_{20}\text{O}_{58}(\text{WO}_{2,90})$ ,  $\text{W}_{40}\text{O}_{118}(\text{WO}_{2,95})$ ,  $\text{W}_{60}\text{O}_{148}(\text{WO}_{2,96})$ ,  $\text{WO}_{2,97}$ ,  $\text{WO}_{2,98}$ , полученные разными исследователями. Все эти дискретные соединения охватываются узкой областью фазы  $\beta$ , примыкающей к  $\text{WO}_3$ .



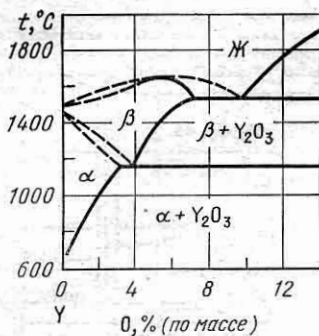


Рис. 92. Диаграмма состояния системы Y—O [255]

Рис. 93. Диаграмма состояния системы Zr—O [1]

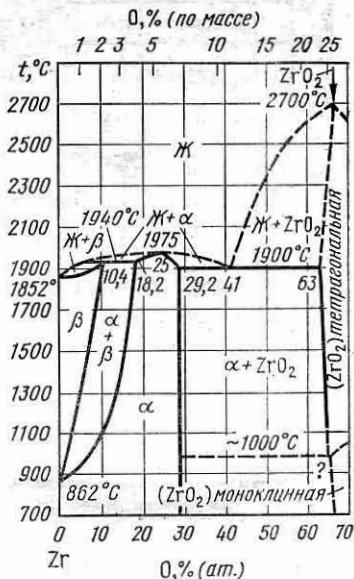


Рис. 94. Диаграмма состояния системы Zr—O с учетом субоксидов [2]. Диаграмма включает одно химическое соединение — двуокись циркония, для которой установлено существование двух модификаций: стабильной моноклинной и метастабильной тетрагональной. Температура превращения  $\sim 1000^\circ\text{C}$ . Растворение кислорода в цирконии повышает температуру превращения  $\alpha \rightleftharpoons \beta$ . Предельная растворимость кислорода в  $\beta$ -Zr равна 10,4% (ат.), в  $\alpha$ -Zr 29,2% (ат.). Перитектическая температура образования  $\beta$ -фазы равна  $1940^\circ\text{C}$ . Температура эвтектической реакции между  $\alpha$ -твердым раствором и  $\text{ZrO}_2$  составляет 1173 K; эвтектический состав равен 41% (ат.) O.

В более поздних работах доказано существование субоксидов  $\text{Zr}_6\text{O}$  и  $\text{Zr}_3\text{O}$ , в связи с чем в диаграмму внесены изменения в области  $\alpha$ -твердых растворов. Субоксид  $\text{Zr}_6\text{O}$  образуется из  $\alpha$ -твердого раствора и устойчив до  $940^\circ\text{C}$ . Область гомогенности фазы  $\gamma$  на основе  $\text{Zr}_6\text{O}$  на диаграмме заштрихована.

По обеим сторонам от нее — двухфазные области  $\alpha + \gamma$  и  $\alpha(\delta) + \gamma$  [ $\alpha(\delta)$  — обогащенная кислородом фаза  $\alpha$ ].  $\text{Zr}_3\text{O}$  образуется при кристаллизации из расплава; при нагревании устойчив до температуры плавления, составляющей  $1975^\circ\text{C}$ .

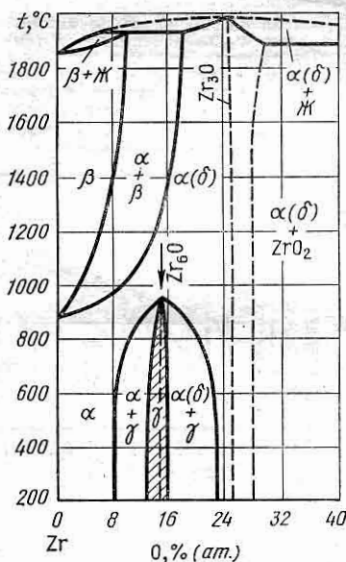
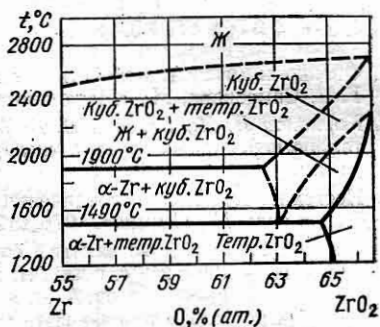


Рис. 95. Диаграмма состояния системы  $Zr-O$  в области высоких температур [609]. Работа [609] посвящена исследованию системы  $Zr-O$  в области 50–66,7% (ат.)  $O$  при высоких температурах. Утверждается существование кубической  $ZrO_2$ . Установлена температура превращения кубической  $ZrO_2 \rightleftharpoons$  тетрагональную  $ZrO_2$ ; она равна примерно  $1490^\circ C$  в двухфазной области и  $2285^\circ C$  в чистой  $ZrO_2$ .



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-химические свойства окислов. Справочник под ред. Г. В. Самсонова. М., «Металлургия», 1969. 456 с. с ил.
2. Корнилов И. И., Глазова В. В. Взаимодействие тугоплавких металлов переходных групп с кислородом. М., «Наука», 1967. 261 с. с ил.
3. Нестехиометрические соединения. Под ред. Л. Манделькорна. Пер. с англ. М., «Химия», 1971. 612 с. с ил.
4. Особо тугоплавкие элементы и соединения. Справочник. М., «Металлургия», 1969. 219 с. с ил. Авт.: Р. Б. Котельников, С. Н. Башлыков, З. Г. Галиакбаров, А. И. Каштанов.
5. Index to the X-Ray Powder Data Fill. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1962. 633 p.
6. Kubaschewski O., Evans E. L. Metallurgische Thermochemie. Berlin, 1956. 452 S.
7. Hausner H. H., Friedeman H. C. High Temperature Compounds. Data Book. N. Y., 1962. 531 p.
8. Тресвятский С. Г., Черепанов А. М. Высокотемпературные материалы и изделия из окислов. М., «Металлургия», 1957. 326 с. с ил.
9. Термические константы веществ. Справочник под ред. В. П. Глушко. М., АН СССР, ВИНТИ, ИВТ, 1965. вып. I, 145 с.; 1966, вып. II, 95 с.; 1968, вып. III, 221 с.; 1970, вып. IV, ч. I, 509 с.; 1971, вып. V, 530 с.; 1972, вып. VI, ч. I, 369 с.; 1974, вып. VII, ч. I, 343 с.
10. Герасимов Я. И. Химическая термодинамика в цветной металлургии. Т. 3. М., «Металлургиздат», 1963. 238 с. с ил.
11. Wyckoff R. W. G. Crystal Structures. N. Y.—L., 1963, 393 p.
12. Бокий Г. Б. Введение в кристаллохимию. М., МГУ, 1954. 436 с. с ил.
13. Самсонов Г. В., Константинов В. И. Тантал и ниобий. М., Металлургиздат, 1959. 406 с. с ил.
14. Вол А. Е. Строение и свойства двойных металлических систем. Т. II. М., «Физматгиз», 1962. 592 с. с ил.
15. Butler G. M., Hausner H. H. Data Book Uranium Dioxide. Los-Angeles. 1960. 321 p.
16. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. М., «Металлургиздат», 1962. 621 с. с ил.
17. Кэй Дж., Лэби Т. Таблицы физических и химических постоянных. Пер. с англ. Изд. 2-е. М., «Физматгиз», 1962. 228 с.
18. Кэмбелл И. Э. Техника высоких температур. Пер. с англ. М., ИЛ, 1959. 491 с. с ил.
19. Кржижановский Р. Е., Штерн З. Ю. Теплофизические свойства неметаллических материалов. Л., «Энергия», 1973. 334 с. с ил.
20. Серебренников В. В., Алексеев А. А. Курс химии редкоземельных элементов. Томск, изд-во ТГУ, 1963. 241 с. с ил.
21. Goldsmith A. Handbook of Thermophysical Properties of Materials. N. Y., 1961, v. III, 193 p.
22. Термодинамические свойства неорганических веществ. Справочник под ред. А. П. Зефирова. М., «Атомиздат», 1965. 461 с. с ил.

23. Krishna Rao K. V., Nagender Naidu S. V., Iyengar Leela. — «J. Appl. Crystallogr.», 1973, v. 6, № 2, p. 136—138.
24. Lundy T. S., Padgett R. A., Banus M. D. — «Met. Trans.», 1973, v. 4, № 4, p. 1179—1180.
25. Harding B. C. — «Phys. Status. Solidi (b)», 1973, v. 56, № 2, p. 645—653.
26. Narayan J., Washburn J. — «Acta met.», 1973, v. 21, № 5, p. 533—538.
27. Ожегов П. И., Мясоедов Б. Ф., Захаров Е. А. — ДАН СССР, 1973, т. 212, № 5, с. 1122—1124 с ил.
28. Некрасов Л. И. ЖФХ, 1972, т. XLVI, вып. 3, с. 749 с ил.
29. Чижигов Д. М., Цветков Ю. В., Казенас Е. К. и др. — ЖФХ, 1972, XLVI, вып. 3, с. 806.
30. Пак Т. А. — ЖФХ, 1972, т. XLVI, вып. 8, с. 2121—2123 с ил.
31. Navrotsky A., Kleppa O. J. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1967, v. 50, № 11, 626 p.
32. Бобыренко Ю. Я., Жолнин А. Б., Коновалов В. К. — ЖФХ, 1972, т. XLVI, вып. 5, с. 1305—1306.
33. Семенов Г. А., Францева К. Е., Шалкова Е. К. — «Вестник ЛГУ», 1970, вып. 3, № 16, с. 82—86 с ил.
34. Яшвили Т. С., Гвелесиани Г. Г. — ЖФХ, 1971, т. XLV, вып. 4, с. 983 с ил.
35. Колбин Н. И., Самойлов В. М., Шувалов Б. Н. — ЖФХ, 1971, XLV, вып. 8, с. 2114.
36. Вольнов И. И. — ЖФХ, 1971, XLV, вып. 11, с. 2905, с ил.
37. Петухов В. А., Чеховский В. Я., Багдасаров Х. С. — «Теплофизика высоких температур», 1973, т. II, вып. 5, с. 1083—1087 с ил.
38. Чечельницкий А. З. — «Теплофизика высоких температур», 1972, т. 10, вып. 2, с. 285—289 с ил.
39. Lyon W. L., Baily W. E. — «J. Nucl. Mater.», 1967, v. 22, № 3, p. 332—335.
40. Mortlock A. J., Price D. M. — «J. Chem. Phys.», 1973, v. 58, № 2, pp. 634—637.
41. Ягодковская Т. В., Некрасов Л. И. — ЖФХ, 1970, т. XLIV, вып. 7, с. 1718—1720 с ил.
42. Макагун В. Н., Печковский В. В. — ЖФХ, 1970, т. XLIV, вып. 10, с. 2667 с ил.
43. Сабирзянов Т. Г. — ЖФХ, 1970, т. XLIV, вып. 5, с. 1313—1314 с ил.
44. Айвазов М. И., Мураневич А. Х., Домашнев И. А. и др. — «Теплофизика высоких температур», 1970, т. 8, вып. 3, с. 546—549 с ил.
45. Айвазов М. И., Мураневич А. Х., Домашнев, И. А. и др. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 1, с. 90—93 с ил.
46. Hildenbrand D. L., Murad E. — «J. Chem. Phys.», 1970, v. 53, p. 3403—3408.
47. Гусарев А. В., Горохов Л. Н. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 3, с. 505—511 с ил.

48. Цагарейшвили Д. Ш., Гвелесиани Г. Г. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 3, с. 643—644 с ил.
49. Шпильрайн Э. Э., Каган Д. Н., Бархатов Л. С. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 5, с. 926—928 с ил.
50. Айвазов М. И., Мураневич А. Х., Домашнев И. А. и др. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 6, с. 1177—1181 с ил.
51. Чеховский В. Я., Ставровский Г. И., Иванов А. Б. — «Теплофизика высоких температур», 1971, т. 9, вып. 6, с. 1182—1186 с ил.
52. Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник. Л., «Наука», 1970, Вып. 2. 380 с. с ил. Авт.: Н. А. Торопов, В. П. Барзаковский, И. А. Бондарь, З. П. Удалов.
53. Smith D. L. — «J. Less-Common Metals», 1973, v. 31, № 3, p. 345—358.
54. Дударев В. Я., Ценципер А. Б., Добролюбова М. С. — «Кристаллография», 1973, т. 18, № 4, с. 759—763 с ил.
55. Sjöstrand M. E., Keesom P. H. — «Phys. Rev. Bull.», 1973, v. 7, № 8, p. 3558—3568.
56. Chandrashekhkar G. V., Barros H. L. C., Honig J. M. — «Mater. Res. Bull.», 1973, v. 8, № 4, p. 369—374.
57. Hoch M. — «High Temp.—High Pressure», 1972, v. 4, № 5, p. 493—495.
58. Eckert L. J., Bradt R. C. — «Mater. Res. Bull.», 1973, v. 8, № 4, p. 375—379.
59. Wuensch B. J., Steele W. C., Wasilos T. — «J. Chem. Phys.», 1973, v. 58, № 12, p. 5258—5266.
60. Shirasaki S., Hama M. — «Chem. Phys. Lett.», 1973, v. 20, № 4, p. 361—363.
61. Кройгольд Ф. И., Куликин Б. С. — «Оптика и спектроскопия», 1972, т. XXXIII, вып. 4, с. 706—711 с ил.
62. Мень А. Н., Воробьев Ю. П., Чуфаров Г. И. Физико-химические свойства нестехиометрических окислов. Л., «Химия», 1973. 223 с. с ил.
63. Coillot-Demay M.—F. Langouet L. Decamps E.—A. — «C. R. Acad. Sci.», 1973, v. 276, № 18, p. B757—B760.
64. Inagaki Hirotake. — «Bull. Inst. Chem. Res. Kyoto Univ.», 1973, 1973, v. 51, № 1, p. 27—30.
65. Попов Д. П., Стыров С. М. Научные труды № 15, с. 63—72. Красноярский Политехнический ин-т, 1973.
66. Piacente V., Bardi G., Malaspina L. а. о. — «J. Chem. Phys.», 1973, v. 59, № 1, p. 31—36.
67. Винчелл А. Н., Винчелл Г. Оптические свойства искусственных минералов. Пер. с англ. М., «Мир», 1967. 526 с. с ил.
68. Алямовский С. И., Зайнулин Ю. Г., Швейкин Г. П. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 10, с. 1837—1838.
69. Шпильрайн Э. Э., Якимович К. А., Цицаркин А. Ф. — «Теплофизика высоких температур», 1973, т. II, вып. 5, с. 1001—1009 с ил.
70. Deb S. K. — «Solid State Commun.», 1972, v. 11, № 5, p. 713—715.
71. Мокеров В. Г. — «Физика твердого тела», 1973, № 8, с. 2393—2396 с ил.

72. Драпак И. Т. — «Изв. вуз. Физика», 1969, № 7, с. 126—127 с ил.
73. Варгафтик Н. Б., Воляк Л. Д., Волков Б. Н. — В сб. «Теплофизические свойства жидкостей», М., «Наука», 1970, с. 182—184 с ил.
74. Чеховской В. Я. — «Инженерно-физический журнал», 1962, т. 5, № 8, с. 62—65 с ил.
75. Уикс К. Е., Блок Ф. Е. Термодинамические свойства 65 элементов, их окислов, галогенидов, карбидов и нитридов. Пер. с англ. М., «Металлургия», 1965. 240 с с ил.
76. Оптические материалы для инфракрасной техники. М., «Наука», 1965. 336 с с ил. Авт.: Е. М. Воронкова, Б. Н. Гречушников, Г. И. Дистлер, И. П. Петров.
77. Тугоплавкие материалы в машиностроении. Справочник под ред. А. Т. Туманова и К. И. Портного. М., «Машиностроение», 1967. 392 с с ил.
78. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 7-е. Под ред. К. П. Мищенко и А. А. Равделя. Л., «Химия», 1974. 200 с с ил.
79. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочник под ред. В. П. Глушко, Л. В. Гурвича и др. Изд. 2-е. М., Изд-во АН СССР, т. 1, 1962, 1162 с с ил.; т. II 1962, 916 с с ил.
80. Горощенко Я. Г. Химия ниобия и тантала. Киев, «Наукова думка», 1966. 483 с с ил.
81. Краткая химическая энциклопедия. М., «Советская энциклопедия», 1961, т. 1, 1262 с с ил.; 1963, т. 2, 1087 с с ил.; 1964, т. 3, 1112 с с ил.; 1965, т. 4, 1182 с с ил.; 1967, т. 5, 1184 с с ил.
82. Валиев К. А., Копаев Ю. В., Мокеров В. Г. и др. — В сб. «VII Уральская конференция по спектроскопии». Свердловск, 1971. Вып. 3. с. 147—149 с ил.
83. Кузьмина И. П., Лобачев А. Н., Предтеченский Б. С. и др. — «Кристаллография», 1973, т. 18, вып. 3, с. 635—637 с ил.
84. Некрасов Б. В. Курс общей химии. Изд. 14-е. М., «Госхимиздат», 1962. 974 с с ил.
85. Шалдин Ю. В., Смирнов С. П., Беляев Л. М. и др. — «Кристаллография», 1973, т. 18, вып. 3, с. 570—572 с ил.
86. Hughes A. E., Webb A. P. — «Solid State Commun.», 1973, v. 13, № 2, p. 167—169.
87. Тазенков Б. А., Халтурин А. С. — В кн.: XXV Геценовские чтения. Физическая и полупроводниковая электроника. Л., 1972, с. 95—98 с ил.
88. Rose B. H., Hensley E. B. — «Phys. Rev. Lett.», 1972, v. 29, № 13, p. 861—864.
89. Evans Bruce D., Kemp James C. — «Phys. Rev. Bull.», 1970, v. 2, № 10, p. 4179—4189.
90. Огнеупорное производство. Справочник под ред. Д. И. Гавриша. т. 1. М., «Металлургия», 1965. 578 с с ил.
91. Васильева И. А., Шаулова Э. Ю. — ЖФХ, 1969, т. XLIII, № 12, с. 3047—3049.
92. Васильева И. А., Грановская Ж. В. — ЖФХ, 1974, т. XLVIII, вып. 6, с. 1536—1538 с ил.



93. Излучательные свойства твердых материалов. Справочник под общей ред. А. Е. Шейндлина. М., «Энергия», 1974. 471 с. с ил.
94. Волженский Д. С., Савицкий В. Г. — «Изв. вуз. Физика», 1974, № 11, с. 151—153 с ил.
95. Слюсарь Н. П., Криворотенко А. Д., Фомичев Е. Н. и др. — ЖФХ, 1973, т. XLVII, вып. 10, с. 2706.
96. Матвеев М. А., Матвеев Г. М., Харитонов Ф. Я. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1966, т. II, № 2, с. 395—402 с ил.
97. Ривкин С. Л. Термодинамические свойства газов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1973. 287 с. с ил.
98. Фомченков Л. П., Майер А. А., Грачева Н. А. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1974, т. X, № 11, с. 2020—2023 с ил.
99. Соловьева А. Е., Гавриш А. М., Зоз Е. И. — ЖНХ, 1974, т. XIX, № 6, с. 1446—1449 с ил.
100. Брэгг У., Кларингбулл Г. Кристаллическая структура минералов. Пер. с англ. М., «Мир», 1967. 390 с. с ил.
101. Молекулярные постоянные неорганических соединений. Л., «Химия», 1968, 256 с. с ил. Авт.: Краснов К. С., Тимошинин В. С., Данилова Т. Г. и др.
102. Chikalla T. D., McNelly C. E., Roberts F. P. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1972, v. 55, № 8, p. 428—429.
103. Chikalla T. D., Mc-Neilly C. E., Bates J. L. a. o. — «Colloq. int. CNRS», 1972, № 205, p. 351—360.
104. Sata T., Takahashi T. — «Colloq. int. CNRS», 1972, № 205, p. 331—334.
105. Ghezzeo M., Brown D. M. — «J. Electrochem. Soc.», 1973, v. 20, № 1, p. 146—148.
106. Chen W. K., Peterson N. L., Robinson L. C. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1973, v. 34, № 4, p. 705—709.
107. Harding B. C. — «Phil. Mag.», 1973, v. 27, № 2, p. 481—485.
108. Mimkes J., Wuttig M. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1971, v. 54, № 1, p. 65—66.
109. Lay K. W. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1971, v. 54, № 1, S. 18—21.
110. Gruenwald T. B., Gordon G. — «J. inorg. nucl. Chem.», 1971, v. 33, № 4, p. 1151—1155.
111. Perkins R. A., Rapp R. A. — «Met. Trans.», 1973, v. 4, № 1, p. 193—205.
112. Murarka S. P., Swalin R. A. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1971, v. 32, № 9, p. 2015—2020.
113. Спектральный анализ редкоземельных окислов. М., «Наука», 1974, 152 с. с ил. Авт.: А. В. Карякин, Л. И. Аникина, Л. И. Павленко, Н. В. Лактионова.
114. Shpil'rain E. E. (Шпильрайн Э. Э.), Yakimovich K. A. (Якимович К. А.), Tsitsarkin A. F. (Цицаркин А. Ф.) — «High Temp. — High Pressure», 1972, v. 4, № 1, p. 67—76.
115. Contamin P., Bacmann J. J., Marin J. F. — «J. Nucl. Mater.», 1972, v. 42, № 1, p. 54—64.
116. Kakimoto M., Murabayashi M., Takahashi Y. — «J. Nucl. Mater.», 1973, v. 46, № 3, p. 309—314.



117. Винокуров И. В. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1970, т. VI, № 1, с. 31—36 с ил.
118. Игнатьева Н. И., Бамбуров В. Г. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1970, т. VI, № 1, с. 154—155 с ил.
119. Reimann D. K., Lundy T. S. — «J. Nucl. Mater.», 1968, v. 28, № 2, p. 218—219.
120. Dwivedi G. L., Subbarao E. S. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1973, v. 56, № 8, p. 443—444.
121. Berard M. F., Wirkus C. D., Wilder D. R. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1968, v. 51, № 11, p. 643—647.
122. Wirkus C. D., Berard M. F., Wilder D. R. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1969, v. 52, № 8, p. 456.
123. Volpe M. L., Reddy J. — «J. Chem. Phys.», 1970, v. 53, № 3, p. 1117—1125.
124. Martens H., Ziegenbalg S. — «Z. anorg. allg. Chem.», 1973, Bd 401, H. 2, S. 145—157.
125. Мордовин О. А., Тимофеева Н. И., Дроздова Л. Н. «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1967, т. III, № 1, с. 187—189 с ил.
126. Whitney W. P., Stubican V. S. — «J. Phys. Chem. Solids», 1971, v. 32, № 2, p. 305—312.
127. Kirchner H. P. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1969, v. 52, № 7, p. 379—386.
128. Соколова И. Д., Воскресенская Н. К. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1970, т. VI, № 7, с. 1358—1364 с ил.
129. Sheasby J. S., Cox B. — «J. Less-Common Metals», 1968, v. 15, № 2, p. 129—135.
130. Harding B. C., Price D. M., Mortlock A. J. — «Phil. Mag.», 1971, v. 23, № 182, p. 399—408.
131. Kundra K. D., Ali S. Z. — «J. Appl. Crystallogr.», 1970, v. 3, № 6, p. 543—545.
132. Singh S., Davenport J. C., Mills N. D. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1970, v. 53, № 3, p. 169.
133. Krishna Rao K. V., Nagender Naidu S. V., Lyengar L. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1970, v. 53, № 3, p. 124—126.
134. Филатов С. К., Франк-Каменецкий В. А. — «Кристаллография», 1969, т. 14, вып. 5, с. 804—808 с ил.
135. Marsh S. P. — «High Temp. — High Pressures», 1973, v. 5, № 5, p. 503—508.
136. Чижиков Д. М., Павлов Ю. А., Цветков Ю. В. и др. — «Изв. вуз. Черная металлургия», 1970, № 7, с. 5—8 с ил.
137. Самсонов Г. В., Гильман И. Я. — «Порошковая металлургия», 1974, № 11, с. 73—83 с ил.
138. Браун С. М. — «Порошковая металлургия», 1970, № 6, с. 82—85, с ил.
139. Боровкова Л. Б., Лукин Е. С., Полубояринов Д. Н. и др. — «Огнеупоры», 1970, № 11, с. 39—45 с ил.
140. Попильский Р. Я., Смирнов В. А. — «Огнеупоры», 1970, № 12, с. 31—35 с ил.

141. Бархатов Л. С., Каган Д. Н., Цицаркин А. Ф. и др. — «Теплофизика высоких температур», 1973, т. 11, вып. 6, с. 1188—1191 с ил.
142. Мень А. А., Чечельницкий А. З. — «Теплофизика высоких температур», 1973, т. 11, вып. 6, с. 1309—1312 с ил.
143. Мамютин С. А., Самплавская К. К., Карпетьянц М. Х. — ЖНХ, 1971, т. XVI, вып. 6, с. 1475—1479 с ил.
144. Пауков И. Е., Рахменкулов Ф. С., Добролюбова М. С. и др. — «Изв. АН СССР. Серия химическая», 1970, № 9, с. 2135—2138 с ил.
145. Жузе В. П., Новрузов О. Н., Попова А. А. — Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1968, т. IV, № 9, с. 1493—1497 с ил.
146. Шахтин Д. М., Левинтович Э. В., Пивовар Т. Л. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1968, т. IV, № 9, с. 1603—1604.
147. Ковалев Н. Н., Петров А. В., Сорокин О. В. — «Физика твердого тела», 1971, т. 13, вып. 1, с. 291—293 с ил.
148. Колоскова Л. А., Кружкин И. Н., Манжелей В. Г. и др. — «Физика твердого тела», 1973, т. 15, вып. 6, с. 1913—1915 с ил.
149. Asamoto R. R., Anselin F. L., Conti A. E. — «J. Nucl. Mater.», 1969, v. 29, № 1, p. 67—81.
150. Вишнеvский И. Н., Скрипак В. Н. — «Огнеупоры», 1970, № 11, с. 16—18 с ил.
151. Wolf M. W., Martin J. J. — «Phys. Status Solidi (a)», 1973, v. 17, p. 215—220.
152. Millstein J. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1970, v. 31, № 4, p. 886—887.
153. Aring K., Sievers A. J. — «J. Appl. Phys.», 1967, v. 38, № 3, p. 1495—1498.
154. Глушкова В. Б., Богданов А. Г. — «Изв. АН СССР. Химия», 1965, № 7, с. 1131—1137 с ил.
155. Moore J. P., Mc Elroy D. L. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1971, v. 54, № 1, p. 40—46.
156. Гордиенко С. П., Феночка Б. В., Фесенко В. В. «Редкоземельные металлы и их тугоплавкие соединения». Справочник. Киев, «Наукова думка», 1971, 168 с. с ил.
157. «Diffusion Data», 1971, v. 5, № 1, 2, 3, 4.
158. Goldsmith L. A., Douglas J. A. M. — «J. Nucl. Mater.», 1973, v. 47, № 1, p. 31—42.
159. Колядин В. И., Ильин Э. П., Харламов А. Г. и др. — «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 1, с. 59—60 с ил.
160. Müller E. — «Atomwirtsch. — Atomtechn.», 1972, Bd 17, S. 37.
161. Павлов Ю. А., Крюков С. Н., Шеболдаев С. Б. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1975, т. XI, № 4, с. 661—663 с ил.
162. Forman R. — «J. Appl. Phys.», 1973, v. 44, № 1, p. 66—71.
163. Цагарейшвили Д. Ш., Гвелесиани Г. Г. — «Теплофизика высоких температур», 1973, т. II, вып. 2, с. 300—303.
164. Слюсарь Н. П., Криворотенко А. Д., Фомичев Е. Н. и др. —

- «Теплофизика высоких температур», 1973, т. II, вып. 1, с. 213—215.
165. *Zumsteg A., Ziegler M., Bosch M.* и а. — «*Helv. Phys. Acta*», 1973, v. 46, № 1, p. 15—17.
  166. *Кунарисов С. С., Фистуль А. Д.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1975, т. XI, № 2, с. 378—379 с ил.
  167. *Кунарисов С. С., Кузнецов С. А., Козлов В. Г.* и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1971, т. VII, № 6, с. 1073 с ил.
  168. «*Diffusion Data*», 1972, v. 6, № 1, p. 2, 3, 4.
  169. Рубин и сапфир. Колл. авт. под рук. М. В. Классен-Неклюдовой и Х. С. Багдасарова. М., «Наука», 1974. 236 с. с ил.
  170. *Gauthier M., Duclot M., Hammou A.* е. а. — «*J. Solid State Chem.*», 1974, v. 9, № 1, p. 15—23.
  171. *Baybarz R. D.* — «*J. inorg. nucl. Chem.*», 1973, v. 35, № 12, p. 4149—4158.
  172. «*Diffusion Data*», 1973, v. 7, № 1, 2, 3.
  173. *Jeapes A. P., Leadbetter A. J., Waterfield C. G.* а. о. — «*Phil. Mag.*», v. 29, № 4, p. 803—811.
  174. *Третьяков Ю. Д.* Химия нестехиометрических окислов. М., Изд-во МГУ, 1974, 364 с. с ил.
  175. *Deaton R. L., Wiedenheft C. J.* — «*J. inorg. nucl. Chem.*», 1973, v. 35, № 2, p. 649—650.
  176. *Айвазов М. И., Мураневич А. Х.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 12, с. 2156—2158 с ил.
  177. *Williams E. L.* — «*J. Amer. Ceram. Soc.*», 1965, v. 48, № 4, p. 190—194.
  178. *Попель С. И., Сколов В. И., Есин О. А.* — ЖФХ, 1969, т. XLIII, № 12, с. 3175—3178 с ил.
  179. *Mosley W. C.* — «*J. inorg. nucl. Chem.*», 1972, v. 34, № 2, p. 539—555.
  180. *Gulbransen E. A., Andrew K. F., Brassart F. A.* — «*J. Electrochem. Soc.*», 1963, v. 110, № 3, p. 242—243.
  181. *Masataka Wakihara, Takashi Katsura.* — «*Metal Trans.*», 1970, v. 1, № 2, p. 363—366.
  182. *Голубенко А. Н., Резухина Т. Н.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1967, т. III, № 1, с. 101—106 с ил.
  183. *Семенов Г. А.* — ЖНХ, 1965, т. X, № 10, с. 2390—2391 с ил.
  184. *Чижигов Д. М., Цветков Ю. В., Казенас Е. К.* — «Изв. АН СССР. Металлы», 1971, № 3, с. 55—61 с ил.
  185. *Аппен А. А.* Температуроустойчивые неорганические покрытия. Л., «Химия», 1967, 240 с. с ил.
  186. *Митин Б. С., Нагибин Ю. А.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1971, т. VII, № 5, с. 814—816 с ил.
  187. *Jungermann E., Plieth K.* — «*Z. Phys. Chem. N. F.*», 1967, Bd 53, H. 1—6, S. 215—228.
  188. *Куликов И. С.* — «Изв. АН СССР. Металлы», 1971, № 3, с. 48—54 с ил.
  189. *Haschke J. M., Eick H. A.* — «*J. Phys. Chem.*», 1969, v. 73, № 2, p. 374—377.

190. Плутоний. Справочник под ред. О. Вика. Пер. с англ. Т. 2, М., «Атомиздат», 1973. 456 с. с ил.
191. *Justice B. H., Westrum E. F., Chang J. E. a. o.* — «J. Phys. Chem.», 1969, v. 73, № 2, p. 333—340.
192. Березовский Г. А., Искорский В. П., Пауков И. Е. — ЖФХ, 1975, т. XLIX, вып. I, с. 261.
193. *Kleykamp H., Paneth L. J.* — «J. inorg. nucl. Chem.», 1973, v. 35, № 2, p. 477—482.
194. Цагарейшвили Д. Ш., Гвелесиани Г. Г. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 11, с. 1936—1939.
195. Куликов И. С. Термическая диссоциация соединений. М., «Металлургия», 1966. 250 с. с ил.
196. *Poulton D. J., Smeltzer W. W.* — «J. Electrochem. Soc.», 1970, v. 117, № 3, p. 378—381.
197. *Balducci G., De Maria G., Guido M. a. o.* — «J. Chem. Phys.», 1972, v. 56, № 7, p. 3422—3426.
198. Архипов В. А., Гутина Э. А., Добрецов В. Н. и др. — «Радиохимия», 1974, т. 16, № 1, с. 123—126 с ил.
199. Дитятьев А. А., Трегьяков Ю. Д., Булгакова Т. И. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 11, с. 1999—2002.
200. *Paladino A. E., Kingery W. D.* — «J. Chem. Phys.», 1962, v. 37, № 5, p. 957—962.
201. *Haul R., Just D.* — «J. Appl. Phys.», 1962, v. 33, № 1, p. 487—493.
202. Окисление металлов. Под ред. Ж. Бенара. Пер. с франц. Т. II. М., «Металлургия», 1969, 475 с. с ил.
203. В сб. «Химия металлических сплавов». М., «Наука», 1973, с. 208—213 с ил. Авт.: Д. В. Игнатов, М. С. Модель, А. Ф. Сокирянский и др.
204. *Mori Kazumi, Suzuki Kanae.* — «Trans. Iron and Steel Inst. Jap.», 1972, v. 12, № 6, p. 464—471.
205. *Orszagh J., Bouillon E.* — «Memsci. Rev. Met.», 1973, v. 70, № 4, p. 319—325.
206. *Chatterji D., Vest R. W.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1972, v. 55, № 11, p. 575—578.
207. *Baur J. P., Bartlett R. W., Ong J. N. a. o.* — «J. Electrochem. Soc.», 1963, v. 110, № 3, p. 185—189.
208. Елютин В. П., Митин В. С., Самотейкин В. В. — «Изв. АН СССР. Металлы», 1971, № 3, с. 227—230 с ил.
209. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. 2-е. М., «Наука», 1972. 720 с. с ил.
210. *Kunugi M., Soga N., Sawa H. a. o.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1972, v. 55, № 11, p. 580.
211. *Hite H E., Kearney R. J.* — «J. Appl. Phys.», 1967, v. 38, № 13, p. 5424—5425.
212. *Haglund J. A., Hunter O.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1973, v. 56, № 6, p. 327—330.
213. Краткий справочник химика. Под ред. Б. В. Некрасова. М., «Госхимиздат», 1954. 559 с.

214. Поваренных А. С. Твердость минералов. Изд-во АН УССР, 1963. 213 с. с ил.
215. Chung D. H., Buessem W. R. — «J. Appl. Phys.», 1967, v. 38, № 6, p. 1967—2535.
216. Скидан Б. С. — «Огнеупоры», 1970, № 12, с. 36—37.
217. Hallberg J., Hanson R. S. — «J. Phys. Stat. Sol.», 1970, v. 42, № 1, p. 305—310.
218. Bob Powell J. R., O. Hunter J. R., Manning W. R. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1971, v. 54, № 10, p. 487—490.
219. Черепанов А. М., Тресвятский Г. С. Высокоогнеупорные материалы и изделия из окислов. Изд. 2-е, доп. М., «Металлургия», 1964. 400 с. с ил.
220. Корнилов И. И., Глазова В. В., Руда Г. И. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1968, т. 8, № 12, с. 2106—2107.
221. Gust W. H. and Royce E. B. — «J. Appl. Phys.», 1971, v. 42, № 2, p. 276—295.
222. Johnson J. R. a.o. — «Amer. Ceram. Soc. Bull.», 1957, v. 36, p. 112—116.
223. Rysckewitch E. Oxide Ceramiks, N. Y., 1960, 235 p.
224. Kingery W. D. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1959, v. 42, № 1, p. 6—14.
225. Mitrdorf U., Helmreich D. — «J. Acoust. Soc. Amer.», 1971, v. 49, Part 2, № 3, p. 723—728.
226. Хрущов М. М., Беркович Е. С. Микротвердость. Труды совещания по микротвердости. М., Изд-во АН СССР, 1951. 295 с.
227. Баранова Т. Ф., Попильский Р. Я., Климова Г. Ф. — «Огнеупоры», 1972, № 9, с. 60—65.
228. Ромашин А. Г., Прудникова Н. И. — «Огнеупоры», 1971, № 4, с. 43—45.
229. Попильский Р. Я., Адушкин Л. Е., Пивенский Ю. Е. и др. — «Огнеупоры», 1971, № 4, с. 45—51.
230. Тресвятский С. Г., Назаренко Н. Д., Дубок В. А., Нечитайло В. Ф. — «Украинский физический журнал», 1965, т. 10, № 6, с. 681—691.
231. Методы испытания на микротвердость. В сб. под ред. М. М. Хрущова. М., «Наука», 1965. 263 с. с ил.
232. Мотт Б. В. Испытание на твердость микровдавливанием. М., Metallurgizdat, 1960. 357 с. с ил.
233. Аблова М. С., Голубков А. В., Жузе В. П. и др. — ФТТ, 1971, т. 13, вып. 12, с. 3711—3713.
234. Вишневский И. И., Аксельрод Е. И., Тальянская Н. Д. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1972, т. 8, № 9, с. 1641—1645.
235. Eliezer D. and Brandon D. G. — «Thin Solid Films», 1972, v. 12, p. 319—323.
236. Samsonov G. V., (Самсонов Г. В.), Kovalchenko M. S. (Ковальченко М. С.), and Fen E. K. (Фень Е. К.). — «Physics of sintering», 1972, v. 4, № 1, p. 21—22.
237. Eiichi Yasuda, Motoya Ootsuka, Shiushishi Kimura a. o. — «Bull. of the Tokyo institute of technology», 1972, № 108, p. 113—121.

238. *Chung D. H., and Buessem W. R.* — «J. Appl. Phys.», 1968, v. 39, № 6, p. 2777—2782.
239. *Marklund K., Mahmoud S. A.* — «J. Phys. Soc.», 1971, v. 3, № 2, p. 75—76.
240. *Manning W. R., Marlowe M. O. and Wilder D. R.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1966, v. 49, № 4, p. 227—231.
241. *Stavrolakis J. A., Norton F.H.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1950, v. 33, № 9, p. 263—267.
242. *Батушкин В. П., Романович И. В., Тимофеева Н. И.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1971, т. VIII, № 9, с. 1638—1639.
243. *Son P. R., Bartels R. A.* — «J. Phys. and Chem. Solids», 1972, v. 49, № 4, p. 819—828.
244. *Manghnani M. H.* — «J. Phys. and Chem. Solids», 1972, v. 33, № 11, p. 2149—2159.
245. *Oliver D. W.* — «J. Appl. Phys.», 1969, v. 39, № 2, p. 893—895.
246. *Johnston D. L., Thrasher P. H. and Kearney R. J.* — «J. Appl. Phys.», 1970, v. 41, № 1, p. 427—428.
247. *Pace N. G., Saunders G. A., Sümengen Z., Thorp J. S.* — «J. Mater. Sci.», 1969, v. 4, № 12, p. 1106—1110.
248. *Naoya Uchida and Yoshiro Ohmachi*, — «J. Appl. Phys.», 1969, v. 40, № 12, p. 4692—4695.
249. *Arlt G. and Schweppe F.* — «Solid State Commun.», 1968, v. 6, p. 783—786.
250. *Anderson Orson L., Andereatch P.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1966, v. 49, № 8, p. 404—409.
251. *Ковба Л. М.* — ДАН СССР, 1970, т. 194, № 1, с. 98—100 с ил.
252. *Купрашвили И. С., Наумкин О. П., Савицкий Е. М.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1969, т. V, № 12, с. 2123—2127 с ил.
253. *Jehn H., Olzi E.* — «J. Less-Common. Metals», 1972, v. 27, № 3, p. 297—309.
254. *Benz R.* — «J. Nucl. Mater.», 1969, v. 29, № 1, p. 43—49.
255. *Терехова В. Ф., Савицкий Е. М., Иттрий. М.*, «Наука», 1967. 159 с. с ил.
256. *Роде Е. Я.* — ЖНХ, 1956, т. 1, № 6, с. 1430—1439 с ил.
257. *Shartsis L., Canga R.* — «J. Res. NBS», 1949, v. 43, p. 221—227.
258. *Shartsis L., Spinner S., Smock A. W.* — «J. Res. NBS», 1948, v. 40, № 1, p. 60—67.
259. *Kozakevitch P.*, Rev. de Metall, 1949, v. 46, p. 505—509.
260. *Костилов В. И., Левин В. Я., Маурах М. А., Митин Б. С.* — В кн.: Высокотемпературные материалы. М., «Металлургия», 1968, с. 143—151 с ил.
261. *Физический энциклопедический словарь. Т. 3. М., «Советская энциклопедия», 1963. 624 с. с ил.*
262. *Техническая энциклопедия. Справочник физических, химических, технологических величин. Т. 5, ОГИЗ РСФСР, «Советская энциклопедия», 1930. 500 с. с ил.*



263. Мармер Э. Н., Гурвич О. С., Мальцев Л. Ф. — В кн.: Высоко-температурные материалы. М., «Металлургия», 1967, с. 215—223 с ил.
264. Sparks Joseph T., Komoto T. — «J. Appl. Phys.», 1966, v. 37, p. 1040—1042.
265. Шахтин Д. М., Левинтович Э. В., Пивовар Т. Л., Елисеева Г. Г. — «Огнеупоры», 1965, № 7, с. 37—38.
266. Smith H. G., Nicklow R. M., Raubenheimer L. J., Wilkison M. K. — «J. Appl. Phys.», 1966, v. 37, p. 1047—1048.
267. Okinaka Hideyuki, Nagasawa Kasuge Koji, Bando Yohahika, Kachi Sukeji, Takada Toshio. — «J. Phys. Soc. Jap.», 1970, v. 28, p. 798—799.
268. Зубков В. Г., Матвеев И. И., Таллерчик Б. А., Гельд П. В. — ФТТ, 1971, № 11, с. 3426—3427.
269. Ford C. J., Segel S. L., Seymour E. F., Hyland G. J. — «Phys. Kandeus Mater.», 1972, v. 14, № 2, p. 111—118.
270. Iliev M., Angelov S., Stoyanov S. а. о. — «Phys. Status Solidi (b)», 1973, v. 58, № 1, p. k27—k29.
271. Horota Eichi, Kowanata Tadshi Dig Intermag. Conf. Kyoto, N. Y., 1973, № 4, p. 21—23.
272. Кзендзов Я. М., Макаров В. В. — ФТТ, 1970, т. 12, в. II, с. 3166—3169.
273. Rehtin M. D., Auerbach B. L. — «Phys. Rev. Solid state», 1972, v. 6, № 11, p. 4294—4300.
274. Künding Walter, Kobelt M., Appel H. а. о. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1969, v. 30, p. 819—826.
275. Третьяков Ю. Д. Термодинамика ферритов. Л., «Химия», 1967. 304 с. с ил.
276. Ekstrom Tommy. — «Acta Chem. Scand.», 1972, v. 26, № 8, p. 3381—3382.
277. Адамян В. Е., Винокуров И. В. и др. — ФТТ, 1971, в. 13, № 8, с. 2309—2313.
278. Айвазов М. И., Тuroв С. В. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1974, т. X, № 5, с. 861—864.
279. Querel—Ambrunar S., Bertant E. F. — «Solid State Commun.», 1972, v. 11, № 5, p. 605—610.
280. Mac Shesney J. B., Williams H. J., Sherwood R. C. а. о. — «J. Appl. Phys.», 1966, v. 37, p. 1435—1438.
281. «J. Solid State Chem.», 1972, v. 5, № 2, p. 262—265.
282. Химия высокотемпературных материалов. Под ред. Н. А. Торопова. Л., «Наука», 1967. 219 с. с ил.
283. Айвазов М. И., Домаев И. А., Саркисян А. Г. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1970, т. VI, № 5, с. 846—848.
284. Жузе В. П., Андреев А. А., Шелых А. И. — ФТТ, 1968, т. 10, с. 3674—3678.
285. Kwan Clarence C. Y., Criffiths C. H., Eastwood H. K. — «J. Appl. Phys. Lett.», 1972, v. 20, № 2, p. 93—95.
286. Виноградов А. А., Шелых А. И. — ФТТ, 1971, т. 13, № 11, с. 3310—3315.

287. Banus M. D., Reed T. B., Strauss A. J. — «J. Phys. Rev. Bull. Solid State», 1972, v. 5, № 8, p. 2775—2784.
288. Мусизин В. И., Пастухов Э. А., Ватолин Н. А., Ленинских Б. М. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1971, т. VII, № 1, с. 99—103.
289. Зуев К. П., Долгинцев В. Д. — «Изв. вуз. Физика», 1971, № 2, с. 110—112.
290. Гуляева Г. П., Корж П. Д. — «Изв. АН СССР. «Неорганические материалы», 1969, т. 5, с. 966—968.
291. Djerassi H., Sorriaux A. P. — «J. Appl. Phys.», 1972, v. 43, № 3, p. 1275—1276.
292. Jarzebski Z. M. — «Acta phys. pol.», 1972, A42, № 4, p. 371—381.
293. Hayashi Shintaro. «Rev. Elec. Commun Lab.», 1972, v. 20, № 78, p. 968—709.
294. Keezer R. C., Bowman D. L., Becker J. H. — «J. Appl. Phys.», 1968, v. 39, p. 2062—2063.
295. Stnart M. — «Brit. J. Appl. Phys.», 1967, v. 18, p. 1637—1639.
296. Bull Fac. Educ. Kanazana Univ. — «Nat. Sci.», 1972, № 21, p. 57—62.
297. Chandhyry A. K., Rao K. V. — «Phys. Status solidi», 1969, v. 32, p. 731—739.
298. Weichman F. L. — «Com. J. Phys.», 1973, v. 51, № 6, p. 680—685.
299. Robinson M. L. A., Roetschi H. A. C. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1968, v. 29, p. 1503—1510.
300. Van Daal H. J. — «J. Appl. Phys.», 1968, v. 39, p. 4467—4470.
301. O'Clock George D. — «J. Appl. Phys. Lett.», 1971, v. 19, № 10, p. 403—405.
302. Tateno Jun. — «Solid—State Communs», 1970, v. 8, p. 1043—1045.
303. Livi L., Lubert L. — «Phys. Kondens. Mater.», 1968, v. 7, p. 368—371.
304. Osburn C. M., Vest R. W. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1971, v. 54, № 9, p. 428—435.
305. Высокотемпературные материалы. Под ред. Елютина В. П. М., «Металлургия», 1968. 244 с. с ил.
306. Черненко И. М. В сб. «Радиофизика и полупроводниковая электротехника». Днепропетровск, изд-во Днепропетровского университета, 1967. 160 с. с ил.
307. Eror N. G., Wagner J. B. — «J. Electrochem. Soc.», 1971, v. 118, № 10, p. 1665—1670.
308. Кожухов В. А., Михайлов Г. Т. — ЖФХ, 1967, т. XLI, вып. II. с. 2892—2894 с ил.
309. Samara G. A. — «Phys. Rev. Lett.», 1968, v. 21, p. 795—797.
310. Bruck A., Tahnhauser D. S. — «J. Appl. Phys.», 1967, v. 38, p. 2520—2522.
311. Young A. P., Schwartz C. M. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1969, v. 30, p. 249—252.
312. Панков Ю. Д., Постов Ю. В. и др. — «Изв. вуз. Физика», 1973, № 3, с. 126—127.



313. Школьник А. Л. — «Изв. АН СССР. Серия физическая», 1967, т. XXXI, № 12, с. 2050—2051 с ил.
314. Rogers D. B., Shannon R. D., Gillson J. L. — «J. Solid. State. Chem.», 1971, в. 3, № 2, р. 314—317.
315. Крейнгольд Ф. И., Куликин Б. С. — «Физика и технология полупроводников», 1970, т. 4, № 12, с. 2353—2357.
316. Jarzebski Z. M. Bull. Acad. Rolon Sci. — «Ser. sci. chem.», 1969, v. 17, № 4, р. 221—222.
317. Schwab Georg-Maria Bohla Friedrich. Z. Naturforsch, 1968, Bd. 23a, S. 1550—1558.
318. Rao C. N. R. Rao G. V. Subba, Romdas S. — «J. Chem. Phys.», 1969, v. 73, p. 672—675.
319. Ladd Larry, A. Paul William. — «Solid State Communs», 1969, v. 7, p. 425—428.
320. Hoeneisen B., Mead C. A., Nicolet M. A. — «Solid—State Electron», 1971, v. 14, № 10, p. 1057—1059.
321. Арсеньева А. Н., Курчатов Б. В. — ЖЭТФ, 1934, т. 4, с. 576—579.
322. Ryden W. D., Lawson A. W., Sartein C. C. — «Phys. Lett.», 1968, v. A26, p. 209—211.
323. Корзо В. Ф. — «Изв. вузов. Физика», 1967, № 9, с. 86—89.
324. Groth R. — «Phys. Stat solidi», 1966, v. 14, № 1, p. 69—77.
325. Friedrich E., Sittig L. — «Z. anorg. Chemie», 1925, Bd 145, S. 127—128.
326. Полубояринов Д. Н., Шапира Е. Я., Бакунов В. С., Акопов Ф. А. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1966, т. II, № 2, с. 336—338.
327. Ahn K. J., Schafer M. W. — «J. Appl. Phys.», 1967, v. 38, p. 1197—1199.
328. Ozkan O. T., Monlson A. J. — «J. Appl. D.», 1970, v. D3, p. 983—987.
329. De Wit H. J., Crevcocur C. — «Phys. Letters», 1967, v. A—25, № 5, p. 393—394.
330. Okinaka Hideyuki, Nagasawa Koichi, Kosuge Koji. — «J. Phys. Soc. Jap.», 1970, v. 29, № 1, p. 245—246.
331. Зуев К. П., Долгинцев В. Д. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1968, т. IV, № 8, с. 1498—1500.
332. Nagels P. D. — «Solid State Commun», 1967, v. 5, № 2, p. 193—195.
333. Huntley D. J. — «Canad. J. Phys.», 1966, v. 44, p. 2952—2954.
334. Дорфман Я. Г. Магнитные свойства и строение вещества. М., Химиздат, 1955. 400 с.
335. Селвуд П. Магнетохимия. Пер. с англ. М., ИЛ, 1949. 239 с.
336. Гороновский И. Т., Назаренко Ю. И., Некряч Е. Ф. Краткий справочник по химии. Киев. Изд-во АН УССР, 1962. 659 с.
337. Самохвалов А. А., Морозов Ю. Н., Волкенштейн Н. В. и др. — «Физика твердого тела», 1970, т. 12, вып. 10, с. 2865—2868.
338. Yadav H. S., Murty D. S., Verma S. N. а. о. — «J. Appl. Phys.», 1973, v. 44, № 5, p. 2197—2200.

339. Gruner H. — «Optik», 1974, Bd 39, № 4, S. 443—449.
340. Judge D. L., Lee L. C. — «J. Chem. Phys.», 1973, v. 58, № 1, p. 104—107.
341. Lee L. C., Judge D. L. — «Canad. J. Phys.», 1973, v. 51, № 4, p. 378—381.
342. Lee L. C., Judge D. L. — «J. Chem. Phys.», 1972, v. 57, № 10, p. 4443—4445.
343. Bernas A., Thuong Thu-Ba. — «C. R. Hebd. Seances Acad. Sci. Bull.», 1973, v. 277, p. 391—394.
344. Миронова Н. А. — В сб. «Радиационные дефекты в полупроводниках». Минск. Изд-во БГУ, 1972, с. 192—193 с ил.
345. Bradford A. P., Hass G., Mc Farland M. — «Appl. Opt.», 1972, v. 11, № 10, p. 2242—2244.
346. Закис Ю. Р., Трухин А. Н. — Учебные записки. Рига, Латвийский университет, 1973, т. 182, с. 49—54 с ил.
347. Lagarde P., Narenberg M. A. — «Phys. Status Solidi (b)», 1974, v. 64, № 2, p. 567—574.
348. Schirmer O. F., Koidl P., Reik H. G. — «Phys. Status. Solidi (b)», 1974, v. 62, № 2, p. 385—391.
349. Михо В. В., Федчук А. П., Шайкина О. Ф. — «Письма в ЖЭТФ», 1973, т. 17, № 5, с. 241—244 с ил.
350. Chou H., Fan H. — «Phys. Rev. B», 1974, v. 10, № 3, p. 901—910.
351. Приходько Л. В., Багдасаров Х. С. — «Оптика и спектроскопия», 1973, т. XXXIV, вып. 6, с. 1210—1211 с ил.
352. Rusin J. M., Mueller J. I. — «Amer. Ceram. Soc. Bull.», 1973, v. 52, № 9, p. 708.
353. Мотовилов О. А., Рождественский В. Н. — «Оптико-механическая промышленность», 1958, № 8, с. 42—45 с ил.
354. Хариф Я. Л., Галактионов С. С., Дергачева Н. М. и др. — «Физика твердого тела», 1975, т. 17, вып. 4, с. 987—990 с ил.
355. Шалимова К. В., Никитенко В. А. — «Журнал прикл. спектр», 1975, т. XXII, вып. 4, с. 667—670 с ил.
356. Blasse G., Bril A. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1970, v. 31, № 4, p. 704—711.
357. Шалимова К. В., Маргулова Т. Х., Малова Т. И. и др. — «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 4, с. 312—313 с ил.
358. Vos K., Krusemeyer H. J. — «Solid State Commun», 1974, v. 15, p. 945—952.
359. Каминский Б. Т., Плыгунов А. С., Прокофьева Г. Н. — «Укр. хим. ж.», 1973, с. XXXIX, вып. 9, с. 946—947 с ил.
360. Klingshirn C., Ostertag E., Levy R. — «Solid State Commun.», 1974, v. 15, № 5, p. 883—887.
361. Jensen G. H. — «Phys. Status Solidi (6)», 1974, v. 64, № 1, p. K51—K54.
362. Kearney R. J., Cottini M., Grilli E. a. o. — «Phys. Status Solidi (b)», 1974, v. 64, № 1, p. 49—56.
363. Богомолов В. Н., Брыксин В. В., Ситникова А. А. и др. — «Физика твердого тела», 1973, т. 15, № 8, с. 2347—2355 с ил.
364. Мокеров В. Г., Галиев Г. Б. — «Физика твердого тела», 1974, т. 16, № 1, с. 266—268 с ил.

365. Князев А. С., Захаров В. П., Митюрева И. А. и др. — «Физика твердого тела», 1973, т. 15, № 8, с. 2371—2377 с ил.
366. Извозчиков В. А., Шамба Е. М., Кушмария С. Р. — Журн. прикл. спектр. 1974, т. XX, вып. 5, с. 902—904 с ил.
367. Novak L. — «Solid State Commun.», 1971, v. 9, № 23, p. 2129—2133.
368. Ghosh A. X., Lauer R. B., Addise R. R. — «Phys. Rev. Bull.», 1973, v. 8, № 10, p. 4842—4848.
369. Tubbs M. R. — «Phys. Status Solidi (a)», 1974, v. 21, № 1, p. 253—260.
370. Крейнгольд Ф. И. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1969, т. V, № 9, с. 1639—1640.
371. Вальтере А. Я., Бондарь И. А., Овсянкин В. В. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 3, с. 413—416 с ил.
372. Chen Y., Unruh W. P., Abraham M. M. e. a. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1973, v. 56, № 8, p. 438—439.
373. Finkenrath H., Fricke W., Uhle N. — «Phys. Status Solidi (b)», 1973, v. 60, № 1, p. 341—344.
374. Andrianov G. O., (Андрианов Г. О.), Aronov A. G. (Аронов А. Г.), Smirnova T. V., (Смирнова Т. В.). — «Phys. Status Solidi (b)», 1973, v. 60, № 1, p. 79—84.
375. Николаев В. И., Самохвалов А. А., Север Г. Н. — «Физика и техника полупроводников», 1975, т. 9, вып. 2, с. 379—380 с ил.
376. Klucker R., Nelkowski H., Park Y. S. u. a. — «Phys. Status Solidi (b)», 1971, v. 45, № 1, p. 265—272.
377. Grawford J. R., Dragsdorf R., Dean P. J. — «J. Appl. Phys.», 1973, v. 44, № 1, p. 385—388.
378. Ягдовская Т. В., Некрасов Л. Н. — ЖФХ, 1971, т. XLV, вып. 9, с. 2329—2331 с ил.
379. Whited R. C., Christopher J. F., Walker W. C. — «Solid State Commun.», 1973, v. 13, № 11, p. 1903—1905.
380. Hughes A. E., Pells G. P. — «J. Phys. C», 1972, v. 5, № 17, p. 2543—2552.
381. Ratinen H. — «Phys. Status Solidi (a)», 1973, v. 15, № 2, p. K109—K111.
382. Heitmann W. — «Appl. Opt.», 1973, v. 12, № 2, p. 394—397.
383. Buchenau U., Müller I. — «Solid State Commun.», 1972, v. 11, № 9, p. 1291—1293.
384. Сагыбаев Н. М., Малов М. М. — В сб. «Труды Московского энергетического института». М.—Л. Госэнергоиздат, 1972, вып. 12, с. 102—108 с ил.
385. Pandey K. N., Kanari P. S., Singh V. B. — «Labdev J. Sci. and Technol. (A)», 1971, v. 9, № 3—4, p. 220—221.
386. Hvam J. M. — «Solid State Commun.», 1973, v. 12, № 2, p. 95—97.
387. Rietmann E., Young L. — «J. Appl. Phys.», 1973, v. 44, № 3, p. 1044—1049.
388. Милославский В. К. «Оптика и спектроскопия», 1959, т. VII, вып. 2, с. 244—246 с ил.

389. *Wolffing B., Hurych Z.* — «Phys. Status Solidi (a)», 1973, v. 16, № 2, p. K161—K163.
390. *Tomotika T., Ftany Y., Tomioka K.* — «J. Phys. Soc. Jap.», 1972, v. 33, № 2, p. 409—414.
391. *Linares R. C.* — «J Phys. and Chem. Solids», 1967, v. 28, № 7, p. 1285—1289.
392. *Satyanarayana M., Ramakrishnao V.* — «Indian J. Pure and Appl. Phys.», 1972, v. 10, № 11, p. 844—847.
393. *Афанасьева Л. А., Михо В. В., Щегольков С. В. и др.* — «Изв. вузов. Физика», 1972, вып. 11, с. 102—104 с ил.
394. *Thomas J. H.* — «Appl. Phys. Lett.», 1973, v. 22, № 8, p. 406—408.
395. *Deb S. K.* — «Phil. Mag.», 1973, v. 27, № 4, p. 801—822.
396. *Feinbeib J., Scouler W. J., Ferretti A.* — «Phys. Rev. Bull.», 1968, v. 165, № 3, p. 765—770.
397. *Hanafi Z. M., Ismail F. M.* — «Z. Phys. Chem.», 1972, Bd 79, № 5—6, S. 263—267.
398. *Dibierzewska-Mozrzymas E., Marcinow T., Pietrasik J.* — «Optica Applic.», 1972, v. 2, № 1, p. 23—26.
399. *Izvozchikov V. A. (Извозчиков В. А.)*, — «Phys. Status Solidi (a)», 1972, v. 14, № 1, p. 161—170.
400. *Фидря А. К.* — В сб. «Физика твердого тела». Киев, «Наукова думка», 1972, с. 34—40 с ил.
401. *Harvey P. J., Childs B. G., Moerman G.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1973, v. 56, № 3, p. 134—136.
402. *Мохняк Я.* — «Журн. прикл. спектроск.», 1973, т. XVIII, вып. 5, с. 917—919 с ил.
403. *Hulin D., Benoit a la Guillaume C., Hanus J.* — «Magn. and Magn. Mater. 17-th AJP Annual Conf. N. Y.», 1972, p. 850—854.
404. *Дуленов Е. В., Бацанов С. С., Кустова Г. Н.* — «Журн. структ. химии», 1972, т. 13, № 5, с. 935—938 с ил.
405. *Федоров Н. Д.* Краткий справочник инженера-физика. Ядерная физика. Атомная физика. М., Госатомиздат, 1961. 507 с. с ил.
406. *Гордеев И. В., Кардашев Д. А., Малышев А. В.* Справочник по ядерно-физическим константам для расчета реакторов. М., Госатомиздат, 1960. 280 с. с ил.
407. Справочник по ядерной физике. Пер. с англ. под ред. Л. А. Арцимовича. М., Физматгиз, 1963. 632 с. с ил.
408. *Wilks R. S.* — «J. Nucl. Mat.», 1968, v. 26, № 2, p. 137—173.
409. Окись бериллия. Труды Первой международной конференции по окиси бериллия. Сидней, 1963. Пер. с англ. Под ред. Р. А. Беляева, В. И. Кушаковского. М., Атомиздат, 1968. 504 с. с ил.
410. *Keilholtz G. W., Lee J. E., Moore R. E.* — «Nucl. Sci. and Engng», 1966, v. 26, № 3, p. 329—338.
411. «Reactor Materials», 1967, v. 10, № 2, p. 87—88, ill.
412. *Hickman B. S., Walker D. G.* — «Phil. Mag.», 1965, v. 11, № 114, p. 1101—1108.
413. *Wilks R. S., Desport G. A., Bradley R.* — «Proc. Brit. Ceram. Soc.», 1967, № 7, p. 403—421.

414. *Keilholtz G. W., Moore R. E.*, «Nucl. Applic.», 1967, v. 3, № 11, p. 686—691, ill.
415. *Collins C. G.* Proc. Symp. «Radiation Damage in Reactor Materials», JAEA, Vienne, 1963, p. 725—745.
416. *Кроуфорд Дж., Виттелс М.* Ядерное горючее и реакторные материалы. М., Госатомиздат, 1959, т. 6, с. 435—453 с ил.
417. *Mac-Cheshey J. B., Johnson G. E.* — «J. Appl. Phys.», 1964, v. 35, № 9, p. 2784—2785.
418. *Вуллаэрт Р. А., Бюриан Р. Дж., Мелехан Дж. Б.* и др. — В кн.: Влияние облучения на материалы и элементы электронных схем. М., Атомиздат, 1967, с. 142—232 с ил.
419. *Ластман Б.* Радиационные явления в двуокиси урана. М., Атомиздат, 1964, 288 с. с ил.
420. *Rau R. C., Chase G. A.* — «Phys. Status Solidi», 1967, v. 19, № 2, p. 645—654.
421. *Hickman B. S., Walker D. G.* — «J. Nucl. Mater.», 1963, v. 10, № 3, p. 243—245.
422. *Hickman B. S.* — «J. Nucl. Mater.», 1965, v. 17, № 3, p. 270—273.
423. *Elston J., Labbe C.* — «J. Nucl. Mater.», 1961, v. 4, № 2, p. 143—165.
424. *Cooper M. K., Palmer A. R., Stolarski G. Z. A.* — «J. Nucl. Mat.», 1963, v. 9, № 3, p. 320—326.
425. *Будылин Б. В., Воробьев А. А.* Действие излучений на ионные структуры. М., Госатомиздат, 1962. 167 с. с ил.
426. *Беллев Р. А.* Окись бериллия. М., Госатомиздат, 1962. 329 с. с ил.
427. Основы радиационного материаловедения стекла и керамики. 1971. М., Стройиздат. 256 с. с ил. Авт.: С. М. Бреховских, Ю. Н. Викторова, Ю. Л. Гринштейн, Л. М. Ланда.
428. «Reactor Materials», 1966, v. 9, № 2, p. 94—96.
429. «Reactor Materials», 1966—1967, v. 9, № 4, p. 221—222, ill.
430. *Rau R. C., Lacefield K.* — «Phys. status Solidi», 1967, v. 21, № 1, p. K69—K71, ill.
431. *Славуга В. И., Шинаков А. А.* В кн.: Радиационные повреждения в твердых телах (тезисы докладов республиканского совещания). Киев, Изд-во ИФ АН УССР, 1974, с. 129—130 с ил.
432. *Groves G. W., Kelly A.* — «Phil. Mag.», 1963, v. 8, № 93, p. 1437—1454.
433. *Костюков Н. С., Харитонов Ф. Я., Антонова Н. П.* Радиационная и коррозионная стойкость электрокерамики. М., Атомиздат, 1973. 223 с. с ил.
434. *Dan G. J., Davis M. V.* — «Nucl. Sci. and Engng.», 1965, v. 21, № 1, p. 30—33.
435. *Гуськов Ю. К., Сачков В. Ф.* — «Атомная энергия», 1959, т. 6, вып. 2, с. 204—205 с ил.
436. *Гулямов У. Г., Костюков Н. С., Соколов А. П.* — В кн.: Вопросы атомной науки и техники; серия «Радиационное материаловедение, методика и техника облучения». Вып. I. Дмитровград, Изд-во НИИАР, 1973, с. 35—38 с ил.

437. *Rau R. C., Bartram S. F.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1965, v. 48, № 5, p. 233—235.
438. *Mc Vay T. N.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1962, v. 45, № 1, p. 48.
439. *Martin D. G.* — «J. Phys. and Chem. Solids», 1959, v. 10, № 1, p. 64—65.
440. *Veevers K.* — «J. Nucl. Mater.», 1971, v. 40, № 3, p. 289—295.
441. *Sabine T. M., Pryor A. W., Hickman B. S.* — «Phil. Mag.», 1963, v. 8, № 85, p. 43—57.
442. *Rau R. C.* — «Phil. Mag.», 1967, v. 16, № 142, p. 663—677.
443. *Bowen D. H., Clarke F. J. P.* — «Phil. Mag.», 1964, v. 9, № 99, p. 413—420.
444. *Walker D. G., Hickman B. S.* — «Phil. Mag.», 1965, v. 12, № 117, p. 445—451.
445. *Худяков А. В., Маракуева Н. А., Клименков В. И., Баландин Г. С.* — «Атомная энергия», 1968, вып. 24, № 5, с. 483—485.
446. *Рипан Р., Четяну И.* Неорганическая химия, ч. I. II. М., «Мир», 1972. 1431 с. с ил.
447. *Коттон Ф., Уилкинсон Дж.* Современная неорганическая химия. М., «Мир», 1969, т. I, 223 с. с ил.; т. II, 494 с. с ил.; т. III, 588 с. с ил.
448. *Реми Г.* Курс неорганической химии. М., ИЛ, 1963, т. I, 920 с. с ил., т. II — 836 с. с ил.
449. *Зеликман А. Н., Меерсон Г. А.* Металлургия редких металлов. М., «Металлургия», 1973. 607 с. с ил.
450. *Некрасов Б. В.* Основы общей химии, ч. I, II. М., «Химия», 1973. 1344 с. с ил.
451. Бор, его соединения и сплавы. Киев, Изд-во АН УССР, 1960. 590 с. с ил. Авт.: Г. В. Самсонов, Л. Я. Марковский, А. Ф. Жигач, М. Г. Валяшко.
452. *Никитин И. В., Росоловский В. Я.* — «Успехи химии», 1971, т. XL, вып. II, с. 1913—1934.
453. *Бэгнал К.* Химия селена, теллура и полония, М., Атомиздат, 1971, 216 с. с ил.
454. *Дратовски М., Пачесова Л.* — «Успехи химии», 1968, т. XXXVII, вып. 4, с. 537—558.
455. Редкие земли в катализе. М., «Наука», 1972. 262 с. с ил. Авт.: Х. М. Миначев, Ю. С. Ходаков и др.
456. *Давидяну А. А., Первушкин Н. И.* Производство катализаторов крекинга и высокоактивных силикагелей. М., «Химия», 1972. 168 с. с ил.
457. *Боресков Г. К.* Катализ, ч. I, II. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1971. 268 с. с ил.
458. Катализ в кипящем слое. Под ред. проф. И. П. Мухленова. М., «Химия», 1971. 312 с. с ил.
459. *Сокольский Д. В., Попова Н. М.* Каталитическая очистка хлопковых газов. Алма-Ата, «Наука», 1970. 190 с. с ил.
460. *Сокольский Д. В., Жубанов К. А.* Гидрирование растительных жиров. Алма-Ата, «Наука», 1972. 182 с. с ил.
461. В сб. Гетерогенный катализ в реакциях получения и превраще-



- ния гетероциклических соединений. Под ред. С. А. Гиллера и др. Рига, «Зинатне», 1971. 259 с. с ил.
462. Технология катализаторов. Под ред. И. П. Мухленова. Л., «Химия», 1974. 325 с. с ил.
  463. *Скарченко В. К.* Алумосиликатные катализаторы. Киев, Изд-во АН УССР, 1963. 120 с. с ил.
  464. *Томас Дж., Томас У.* Гетерогенный катализ. М., «Мир», 1969. 452 с. с ил.
  465. Кинетика гетерогенно-каталитических процессов под давлением. Под ред. В. И. Атрощенко. Харьков, Изд-во ХГУ, 1974. 168 с. с ил.
  466. Каталитические свойства веществ. Справочник под ред. В. А. Ройтера. Киев, «Наукова думка», 1968. 1463 с.
  467. Справочное руководство по катализаторам для производства аммиака и водорода. Пер. с англ. Под ред. В. П. Семенова. Л., «Химия», 1973. 245 с. с ил.
  468. *Харковский Л. Я., Оршанский Д. Л., Прянишников В. П.* Химическая электротермия. Л.—М., Госхимиздат, 1952. 408 с. с ил.
  469. *Johnson P.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1950, v. 33, № 5, p. 168—171.
  470. *Kroll W., Schlechter A.* — «Trans. Electrochem. Soc.», 1948, v. 93, № 5, p. 247—251.
  471. *Mallet M., Durbin E., Udy M. a. o.* — «J. Electrochem. Soc.», 1954, v. 101, p. 298—305.
  472. *Dayton R., Oxley J., Townlei C.* — «J. Nucl. Mater.», 1963, v. 11, № 1, p. 36—38.
  473. *Norton F., Kingery W.* Study of metal-ceramic interactions at elevated temperatures, USAEC, N-YO-3137. Mass. Inst. of technol. Cambridge. Massachusetts, 1952. 620 p.
  474. *Economos G.* — «Industr. and Engineer. Chem.», 1953, v. 45, № 2, p. 458—459.
  475. *Economos G., Kingery W.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1953, v. 36, № 12, p. 403—409.
  476. *Buddery J., Trachray R.* — «J. Inorg. and Nucl. Chem.», 1956, v. 3, № 3/4, p. 190—195.
  477. *Kroll W.* — «Z. anorgan. und allgem. Chem.», 1939, Bd 240, № 4, S. 331—336.
  478. *Самсонов Г. В.* — «Огнеупоры», 1956, № 3, с. 122—138.
  479. In book: *Fornwalt D., Gourley B., Manzione A.* — «Electron Microprobe, N. Y.—L.—Sydney, 1966, p. 581—603.
  480. *Kieffer R., Benesovsky F.* — «Metallurgie», 1958, v. 58, № 347, p. 119—124.
  481. *Johnson P.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1949, v. 32, № 10, p. 316—319.
  482. *Августиник А. И., Козловский Л. В., Климашин Г. М.* — «Изв. вуз. Химия и химическая технология», 1966, т. 9, № 4, с. 528—532.
  483. *Weiz C., Valkenberg A.* — «J. Res. Nat. Bur. Standards, 1960, v. 64, № 1, p. 103—105.
  484. *Geller R., Yavorsky P.* — «J. Res. Nat. Bur. Standards», 1945, v. 35, № 1, p. 87—91.

485. Зуева Л. С., Година Н. А., Келер Э. К. — «Огнеупоры», 1960, № 8, с. 368—370.
486. Тресвятский С. Г., Кушаковский В. И. — «Атомная энергия», 1960, т. 9, № 1, с. 56—58.
487. Corwin R., Eyerly G. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1953, v. 36, № 4, p. 137—139.
488. Гоппенко В. Г., — «Огнеупоры», 1971, № 6, с. 55—58.
489. Самсонов Г. В., Бурькина А. Л., Страшинская Л. В. и др. — «Изв. АН СССР. Metallurgia и горное дело», 1964, № 4, с. 106—115.
490. Карякин Л. И., Дегтярева Э. В. — «Бюл. научно-техн. информации ВНИИО», 1958, № 4, с. 91—97.
491. Osvald M. — «Metaux. Corrosion industr.», 1952, v. 75, p. 318—321.
492. Киндфери В. Д. — В кн.: Исследования при высоких температурах. М., ИЛ, 1962, с. 126—147 с ил.
493. Lambertson W., Mueller M. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1953, v. 36, № 10, p. 329—334.
494. Albaugh F. — «Reactor Core Mater.», 1960, v. 3, № 4, p. 15—17.
495. Foster L., Long G., Hunter M. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1956, v. 39, № 1, p. 1—11.
496. Елютин В. П., Павлов Ю. А., Челноков В. С. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 8, с. 1365—1366.
497. Жмудь Е. С., Шмелев А. Е. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. IX, № 10, с. 1733—1737.
498. Этингер И. А., Мальцева Л. Ф., Саврацкая Л. А. и др. — В сб. «Тугоплавкие карбиды». Киев, «Наукова думка», 1970, с. 260—265 с ил.
499. Navias L. — «Amer. Ceram. Soc. Bull.», 1959, v. 38, № 5, p. 256—260.
500. Осипов К. А., Галкин Б. Д., Уразалиев У. С. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. 9, № 10, с. 1738—1740.
501. Wilkinson W. Uranium Metallurgy. N. Y.—L., 1962, 327 p.
502. O'Connor T. E. Патент США, кл. 23—191, № 3261667, опубли. 19. VII. 1966.
503. Kotera Y., Ueno A. — «Bull. Chem. Soc. Jap.», 1973, v. 46, № 11, p. 3431—3434.
504. Харитонов В. И., Манухин М. С., Шамрай Ф. И. — «Изв. АН СССР. Металлы», 1968, № 6, с. 227—231.
505. Рябчиков И. В., Хрущев М. С., Максимов Ю. С. — «Изв. АН СССР. Metallurgia и горное дело», 1964, № 6, с. 58—63.
506. Рябчиков И. В., Горох А. В., Хрущев М. С. и др. — «Металлы», 1966, № 4, с. 38—43.
507. Угай Я. А., Твердохлебова Л. Я., Анохин В. Э. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1974, т. 10, № 6, с. 1033—1035.
508. Борисов В. Г., Юдин Б. Ф. — «Огнеупоры», 1968, № 3, с. 37—40.
509. Williams J., Livey D. T., Barnes E. a. o. — «J. Nucl. Energy», 1957, v. 4, № 2, p. 164—178.



510. Цынкина В. М. — «Бюл. научно-техн. информации ВНИИО», 1958, № 3, с. 98—100.
511. Nadler M. P., Fitzsimmons E. S. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1955, v. 38, № 8, p. 214—217.
512. Швейкин Г. П. — «Порошковая металлургия», 1962, № 6, с. 67—71.
513. Меерсон Г. А. — «Изв. АН СССР. Металлургия и топливо», 1962, № 3, с. 33—37.
514. Norton F. H. Refractories. N. Y., 1949, 798 p.
515. Косолапова Т. Я., Федорус В. Б., Кузьма Ю. Б. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1966, т. 2, № 8, с. 1516—1519 с ил.
516. Gilles J. — «Rev. hautes temperat. et refract.», 1965, v. 2, № 3, p. 237—263.
517. Гольдштейн Л. М., Калинин И. И., Шейнкман А. И., Турлаков В. Н. — ЖНХ, 1973, т. 18, № 12, с. 3185—3188.
518. Manojlovic L., Ristic M. — «Institute of Nuclear Sciences Boris Kidic», NR—012—0373, Vinca—Belgrade, 1962. 287 p.
519. Рубинчик Я. С., Прокудина С. А., Павлюченко М. М. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1973, т. 9, № 11, с. 1951—1956.
520. Ашин А. К., Ростовцев С. Т. — «Изв. вуз. Черная металлургия», 1964, № 4, с. 11—19.
521. Kohl H., Marincek B. — «Arch. Eisenhüttenwesen», 1967, Bd 38, № 7, S. 493—506.
522. Хрусталева Б. Н., Леонович Б. И. — «Научные труды Челябинского политехнического ин-та», 1974, № 133, с. 42—46.
523. Елютин В. П., Павлов Ю. А., Поляков В. Н. — «Изв. вуз. Черная металлургия», 1966, № 7, с. 6—11.
524. Suzuki H., Iseki T., Nakamura T. — «J. Nucl. Sci. and Technol.», 1973, v. 10, № 6, p. 360—366.
525. White J. — «Powder Metallurgy», 1965, v. 8, № 15, p. 64—80.
526. Левицкий В. А., Ченцов В. Н., Сколис Ю. Я. — ЖФХ, 1974, т. XLVIII, № 3, с. 566—569.
527. Lang S. — «Nat. Bur. Stand. Circular», № 568, Washington, 1956. 52 p. ill.
528. Елютин В. П., Павлов Ю. А., Манухин А. В., Мелехин В. Ф. — «Изв. вузов. Черная металлургия», 1970, № 1, с. 5—8.
529. Liquid Metall Handbook, 2-ed., N. Y., 1954, 275 p.
530. Campbell J. B. — «Materials and Methods», 1950, v. 31, № 5, p. 95—63.
531. Жаропрочные и коррозионностойкие металлокерамические материалы. Под ред. Малькова Л. П. М., Оборонгиз, 1959. 477 с. с ил.
532. Kura G., Jackson J. H., Udy M. C. a. o. — «J. Metals», 1949, v. 1, № 10, p. 769—778.
533. Manning Ch., Stoops R. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1968, v. 51, № 8, p. 411—415.
534. Ere Kekauci, Yogyo Kyokaishi. — «J. Ceram. Assoc. Japan», 1966, v. 74, № 850, p. 183—190.

535. Гропянов В. М., Юдин Б. Ф., Августиник А. И. — «Огнеупоры», 1966, № 10, с. 50—55 с ил.
536. Августиник А. И., Гропянов В. М., Дроздецкая Г. В. и др. — «Огнеупоры», 1964, № 12, с. 570—574.
537. Зверев Г. Л. — «Металлы», 1969, № 4, с. 253.
538. Баскин М. П., Третьяков В. И., Чапорова И. Н. — ФММ, 1961, т. 12, № 6, с. 860—864.
539. Страхов В. И., Ключаров А. В., Сергеев Г. Г. — «Журн. прикл. химии», 1973, т. 46, № 9, с. 2083—2085.
540. Плещев В. Е., Кушаковский В. И., Жидков Б. А. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1968, т. IV, № 5, с. 738—744.
541. Brewer Z., Krikorian O. — «J. Electrochem. Soc.», 1956, v. 103, № 1, p. 38—50.
542. Сажин Н. П., Колчин О. П., Сумарокова Н. В. — «Изв. АН СССР. Metallurgy и топливо», 1961, № 6, с. 8—23.
543. Елютин В. П., Павлов Ю. А., Шеболдаев С. Р. — «Изв. АН СССР. Металлы», 1967, № 6, с. 21—25.
544. Magneli A., Kihlorg D. — «Acta Chem. Scand.», 1951, v. 5, № 4, p. 578—579.
545. Pitman D., Das D. — «J. Electrochem. Soc.», 1960, v. 107, № 9, p. 763—766.
546. Smithells C. Metals Reference Book, v. 2, L., 1955, 967 p.
547. Brewer L., Sawyer D. L., Tempeton D. H. a. o. — «J. Amer. Ceram Soc.», 1951, v. 34, № 6, p. 173—179.
548. Seddon B. — «Miss. Reactor Group U. K. Atomic Energy Author. Rept.», № 842 (R), 1965. 278 p.
549. «Reactor Core Materials», 1961, v. 4, № 4, p. 14—17.
550. Craven B., Mc Cartney E. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1961, v. 44, № 1, p. 12—15.
551. Меерсон Г. А., Котельников Р. Б., Башлыков С. Н. — «Атомная энергия», 1960, т. 9, № 5, с. 387—391.
552. Nuclear reactor fuel elements. Metallurgy and Fabrication. N. Y.—L., 1962. 716 p.
553. Scott R., Williams L. — «Trans. Brit. Ceram. Soc.», 1958, v. 57, № 3, p. 199—201.
554. Nichols R. — «Nucl. Engng», 1958, № 29, p. 327—330.
555. Spengler C., Bratton R. — «J. Nucl. Mater.», 1971, v. 38, № 2, p. 217—220.
556. Gangler J. — «Nucl. Sci. Abs.», 1960, № 8, p. 76—96.
557. В кн.: Металловедение реакторных материалов. Обзоры института им. Бэттла, т. I. М., Госатомиздат, 1961, с. 182, 205—206 с ил.
558. Amato I., Colombo R., Petruccioli Balzari A. — «J. Nucl. Mater.», 1966, v. 19, № 2, p. 190—192.
559. Копельман Б. Материалы для ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1962. 496 с. с ил.
560. Stoops R., Hamme J. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1964, v. 47, № 2, p. 59—62.

561. *Elston J., Gulne P.* — «Bull. inform. scient. et techn. Commissar, energie atom.», 1966, № 100, p. 101—106.
562. *Chikalla T.*, «J. Amer. Ceram. Soc.», 1963, v. 46, № 7, p. 323—328.
563. *Handwerk I., White G. D., Hill D. C.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1963, v. 46, № 1, p. 29—32.
564. *Baskin Y.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1965, v. 48, № 12, p. 652—653.
565. *Humenik M., Kingery W. D.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1954, v. 37, № 1, p. 18—27.
566. *Еременко В. Н., Найдич Ю. В.* Змочування рідкими металами поверхень тугоплавких сполук. Киев, «Наукова думка», 1958. с. 58 з іл.
567. *Lively D., Murray P.* Warrufeste und Korrosionbestandige Sinterwerkstoffe. Reut—Tirol, 1956, S. 321.
568. *Еременко В. Н., Найдич Ю. В.* — ЖФХ, 1959, т. XXXIII, с. 1238—1243.
569. *Kingery W. D.* — «Amer. Ceram. Soc. Bull.», 1956, v. 35, № 4, p. 108—117.
570. *Tangermann J.*, Neue Hütte, 1961, Bd 6, S. 767—778.
571. *Еременко В. Н.* — «Укр. хим. журн.», 1957, т. 23, с. 573—579.
572. *Левин А. М.* Труды Днепропетровского металлургического института, изд. ДМЕТИ, 1958, № 28, с. 89—96.
573. *M. Tikkanen M., Jerkontorets H.* — «Annaler», 1963, v. 147, p. 37—49.
574. *Lutton F. A., Cashmore.* — Англ. пат. № 729342 от 4.V.1955.
575. *Кислый П. С., Панасюк А. Д., Белых А. Б.* — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1975, т. XI, № 9, с. 1600—1603
576. *Bradhurst D. H., Buchanan A. S.* — «J. Phys. Chem.», 1959, v. 62, p. 1486—1493.
577. *Paller M.* — «Neue Hütte», 1963, Bd 8, S. 747—754.
578. *Bondi A.* — «Chem. Rev.», 1953, v. 52, p. 417—431.
579. *Loman R., Zwikker N. P.* — «Physica», 1934, v. 1, p. 1181—1187.
580. *Yanagida Hiroaki, Kröger F. A.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1968, v. 51, № 12, p. 700—706.
581. *Sari C., Zamorani E.* — «J. Nucl. Mater.», 1970, v. 37, № 3, p. 324—330.
582. *Kepinski J., Kalucki K.* — «Can. J. Chem.», 1970, v. 48, № 15, p. 2320—2323.
583. *Chikalla T. D., Eyring L.* — «J. Inorg. and Nucl. Chem.», 1969, v. 31, № 1, p. 85—93.
584. *Johnson R. E., Muan A.* — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1958, v. 51, № 8, p. 430—433.
585. *Ольшанский Я. И., Шлепов В. К.* — ДАН СССР, 1953, т. 91, с. 561—564 с ил.
586. *Эллиот Р. П.* Структура двойных сплавов. Пер. с англ. Т. I, II. Под ред. И. И. Новикова и И. Л. Рогельберга. М., «Металлургия», 1970, 928 с. с ил.
587. *Hofmann W., Klein M.* — «Z. Metallkunde», 1966, Bd 57, № 5, S. 385—391.

588. Gerlach J., Osterwald J., Stichel W. — «Z. Metallkunde», 1968, Bd. 59, № 7, S. 576—579, ill.
589. Shafer M. W., Torrance J. B., Penney T. — «J. Phys. Chem. Solids», 1972, v. 33, № 12, p. 2251—2266.
590. Natola F., Touzain Ph. — «Canad. J. Chem.», 1970, v. 48, № 13, p. 1955—1958.
591. Hed A. Z., Tannhauser D. S. — «J. Electrochem. Soc.», 1967, v. 114, № 4, p. 314—318.
592. Schmahl N. G., Hennings Detlev F. K. — «Arch. Eisenhüttenwesen», 1969, Bd 40, № 5, S. 395—399.
593. Phillips B., Chang L. L. I. — «Trans. Met. Soc. AIME», 1965, v. 233, № 7, p. 1433—1436.
594. Barrett C. S., Meyer L., Greer S. C. a. o. — «J. Chem. Phys.», 1968, v. 48, № 6, p. 2670—2673.
595. Ниобий и его сплавы. М., Metallургиздат, 1961. 368 с. с ил. Авт.: Г. В. Захарова, И. А. Попов, Л. П. Жорова, Б. В. Федин.
596. Marucco J.—F., C. r. Acad. Sci., 1972, v. C275, № 23, p. 1391—1394.
597. Богацкий Д. П. Журн. общей химии. 1951, т. 21, № 1, с. 3—10.
598. Stammler M. — «Metall», 1959, Bd 13, № 8, S. 750—752.
599. Hude B. G., Bevan D. J. M., Eyring L. — «Phil. Trans. Roy. Soc.», L., 1966, Ser. A, v. 259, № 1106, p. 583—612.
600. Touzoin Ph., Caillet M. — «Rev. Chim. miner.», 1971, v. 8, № 2, p. 277—286.
601. Burnham D. A., Eyring L., Kordis J. — «J. Phys. Chem.», 1968, v. 72, № 13, p. 4424—4431.
602. Wahlbeck Ph. G., Gilles P. W. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1966, v. 49, № 4, p. 180—183.
603. Корнилов И. И. — В кн.: Новый конструкционный материал — титан. М., «Наука», 1972, с. 24—30, с ил.
604. Martin A. E., Edwards R. K. — «J. Phys. Chem.», 1965, v. 69, № 5, 1788 p.
605. Stringer J. — «J. Less—Common Metals», 1965, v. 8, № 1, p. 1—14.
606. Alexander D. G., Carlson O. N. — «Met. Trans.», 1971, v. 2, № 10, p. 2805—2811.
607. Mc-Chesney J. B., Guggenheim H. J. — «J. Phys. and Chem. Solids», 1969, v. 30, № 2, p. 225—234.
608. Phillips B., Change L. L. I. — «Trans. Metal. Soc. AIME», 1964, v. 230, № 5, p. 1203—1206.
609. Ruh R., Carrett H. J. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1967, v. 50, № 5, p. 257—261.
610. Калинин Д. И., Коханенко П. Н., Сончик В. К. — «Изв. вуз. Физика», 1974, вып. 6, с. 116—121 с ил.
611. Freeouf J. L. — «Phys. Rev. B.», 1973, v. 7, № 8, p. 3810—3830.
612. Сорокин О. М., Бланк В. А., Лебедева Г. А. — «Оптика и спектроскопия», 1973, т. XXXV, вып. 3, с. 501—507 с ил.
613. Жузе В. П., Лукирский Д. П., Старцев Г. П. — ФТТ, 1971, т. 13, вып. 1, с. 317—319 с ил.

614. Messick L., Walker W. C., Glosser R. — «Surface Science», 1973, v. 37, № 1, p. 267—279.
615. Попова С. И., Толстых Т. С., Ивлев Л. С. — «Оптика и спектроскопия», 1973, т. XXXV, вып. 5, с. 954—955 с ил.
616. Deiss J. L., Daunois A. — «Surface Science», 1973, v. 37, № 3, p. 804—827.
617. Золотарев В. М., Морозов В. Н. — «Оптика и спектроскопия», 1973, т. XXXIV, вып. 2, с. 319—322 с ил.
618. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов. Под ред. В. П. Жузе. Л., «Наука», 1973. 304 с. с ил.
619. Liddell H. M. — «J. Phys. D.», 1974, v. 7, № 11, p. 1588—1596.
620. Попова С. И., Толстых Т. С., Воробьев В. Т. — «Оптика и спектроскопия», 1972, т. XXXIII, вып. 4, с. 801—803 с ил.
621. Mc-Roberts R. D., Fonstad C. G., Hubert D. — «Phys. Rev. B.», 1974, v. 10, № 12, p. 5213—5219.
622. Mc-Intyre J. D. E. — «Surface Science», 1973, v. 37, № 2, p. 658—682.
623. Самсонов Г. В., Гильман И. Я., Андреева А. Ф. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1974, т. X, № 9, с. 1645—1648 с ил.
624. Grison E. — «Plutonium 1960», Cleaver-Hume Press., Ltd., 1961. 160 p.
625. Im Buche: Kuznezowa W. G. (Кузнецова В. Г.), Reschetnikow R. G. (Решетников Р. Г.), Alexeew O. A. (Алексеев О. А.), — «Plutonium Reactor Fuel». Vienna, 1967, p. 357—371.
626. Distefano I., Link H. — «Nucl. Technol.», 1973, v. 19, № 1, p. 34—45.
627. Veltz H. — «J. Amer. Ceram. Soc.», 1950, v. 33, № 11, p. 340—344.
628. Самсонов Г. В., Ясинская Г. А., Шиллер Э. А. — «Огнеупоры», 1961, № 7, с. 335—338 с ил.
629. Плотников К. А., Степанов А. И., Красильникова А. А. и др. — «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1971, т. VII, № 2, с. 343—344 с ил.
630. Вольнов И. И., Матвеев В. В. — «Редкие щелочные элементы». Новосибирск, «Наука» (Сибирское отделение), 1967, с. 31—35 с ил.
631. Vogel D. L., Pieck G. D. — «Acta Met.», 1971, v. 19, № 3, p. 233—245.
632. Bondarenko V. P. (Бондаренко В. П.), Fomichev E. N. (Фомичев Е. Н.), Kandyuba V. V. (Кандюба В. В.) — «High Temp. — High Pressures», 1973, v. 5, № 1, p. 5—7.
633. Maglic K., Herak R. — «Rev. Int. Hautes Temper. et Réfract.», 1970, v. 7, № 3, p. 247—251.
634. Вайнштейн В. М., Фистуль В. И. — В сб. «Электроника и ее применение». М., «Мир», 1973, т. 4, с. 108—125 с ил.
635. Дарвойд Т. И., Дорофеева А. К., Попова М. А. и др. — «Таллий и его применение в современной технике». Информация ин-та «Цветметинформация», 1972, сер. 15, вып. 6, с. 18—21 с ил.

- 636. *Вайнштейн В. М., Фистуль В. И.* — ФТП, 1970, т. 4, вып. 8, с. 1495—1499 с ил.
- 637. Таблицы физических величин. Справочник. Под ред. акад. И. К. Кикоина. М., «Атомиздат», 1976. 1008 с. с ил.
- 638. Справочник химика. т. I. Изд. 3-е, испр. Л., «Химия», 1971. 1072 с.
- 639. *Филипов С. С.* Теория металлургических процессов. М., «Металлургия», 1967. 279 с. с ил.
- 640. *Морозов В. В., Куницкий Ю. А.* Электродные материалы. Киев, КПИ, 1977. 56 с. с ил.

## УКАЗАТЕЛЬ

### свойств элементов и их окислов

#### Азот, N( $N_2O$ , NO, $N_2O_3$ , $NO_2$ , $N_2O_5$ , $NO_3$ )

15, 17, 29, 31, 42, 46, 54, 61, 68, 74, 77, 97, 103, 106, 116, 121, 152, 154, 188, 190, 191, 218, 219, 221, 225, 254, 273, 301, 364, 424.

#### Актиний, Ac( $Ac_2O_3$ )

41, 66, 72, 115, 273

#### Алюминий, Al( $Al_2O_3$ , AlO, $Al_2O_3$ )

15, 29, 32, 42, 47, 55, 60, 61, 68, 74, 77, 82, 93, 95, 98, 103, 107, 116, 121, 130, 136, 141, 152, 157, 169, 183, 189, 191—193, 195, 197—201, 203, 207—209, 211, 215, 218, 221, 223, 224, 226, 235, 238, 239, 243, 248, 251, 252, 255, 271, 273, 276, 277, 279—285, 287, 288, 290, 293, 304, 364, 392, 403—405, 412, 413, 418.

#### Америций, Am( $AmO$ , $Am_2O_3$ )

41, 67, 73, 91, 115, 168, 181, 234, 273, 362, 418.

#### Аргон, Ar

419.

#### Барий, Ba( $Ba_2O$ , BaO, $BaO_2$ )

16, 23, 29, 37, 38, 45, 50, 57, 65, 71, 79, 88, 94, 95, 101, 105, 112, 118, 147, 153, 164, 179, 202, 212, 216—218, 222, 223, 231, 236, 265, 273, 343, 344, 380, 398.

#### Бериллий, Be( $BeO$ )

15, 17, 29, 31, 42, 46, 54, 60, 61, 68, 77, 82, 93—96, 103, 106, 116, 119, 120, 130, 136, 139, 152, 154, 169, 187, 191, 193, 195, 197—202, 210, 211, 215, 218, 221, 223—225, 235, 237, 238, 242, 247, 254, 271—274, 277, 278, 280—284, 286—289, 291, 298, 363, 388, 402, 411.

#### Берклий, Bk( $Bk_2O_3$ )

67, 234, 273.

#### Бор, B( $BO$ , $B_2O_3$ , $BO_2$ , $B_4O_5$ )

15, 29, 31, 42, 46, 54, 61, 68, 74, 77, 93, 94, 96, 103, 106, 139, 155, 183, 187, 191, 215, 218, 221, 225, 235, 254, 273, 298, 363.

#### Бром, Br( $Br_2O$ , $BrO_2$ )

36, 63, 100, 104, 110, 218, 229, 273.

#### Ванадий, V( $V_4O$ , $V_2O_3$ , $V_3O_5$ , $VO_2$ , $V_{12}O_{26}$ , $V_2O_5$ )

15, 16, 19, 29, 33, 34, 43, 48, 55, 56, 59, 60, 62, 70, 75, 78, 84, 93, 95, 99, 104, 108, 117, 119, 124, 132, 138, 143, 152, 159, 172, 183, 189, 192, 201, 204, 210, 211, 214—218, 220, 221, 223, 224, 227, 249, 252, 253, 259, 273, 311—313, 369, 370, 394, 406, 413, 434, 435.

#### Висмут, Bi( $Bi_2O_3$ , $BiO_2$ , $Bi_2O_5$ )

16, 26, 29, 41, 45, 52, 58, 66, 72, 76, 90, 94, 95, 102, 105, 114, 118, 202, 213, 215, 219, 224, 233, 237, 270, 273, 357, 386.

#### Водород, H( $H_2O$ , HO, $HO_2$ , $D_2O$ , DO, $DO_2$ , $T_2O$ , TO, $TO_2$ )

15, 17, 29, 30, 42, 46, 54, 61, 67, 73, 76, 81, 93, 103, 106, 116, 120, 154, 183, 184, 187, 190, 191, 193, 195, 198, 199, 201, 207, 210, 211, 214, 218, 220, 224, 225, 234, 254, 271—273, 275, 363.



**Вольфрам, W(W<sub>3</sub>O, WO<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, WO<sub>3</sub>)**

16, 25, 29, 39, 45, 51, 58, 59, 65, 72, 76, 90, 94, 95, 101, 102, 105, 113, 119, 139, 166, 180, 184, 190, 202, 206, 213, 215, 216, 219, 222—224, 239, 268, 269, 273, 348, 349, 385, 416, 435.

**Гадолиний, Gd(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 24, 29, 38, 65, 89, 101, 113, 118, 134, 148, 153, 166, 193, 196, 197, 213, 215, 216, 219, 220, 222—224, 231, 237, 240, 245, 267, 273, 383.

**Галлий, Ga (Ga<sub>2</sub>O, GaO, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

15, 20, 29, 30, 42, 46, 54, 61, 67, 73, 76, 81, 93, 96, 103, 106, 116, 120, 154, 183, 184, 187, 190, 191, 193, 195, 198, 199, 201, 207, 210, 211, 214, 218, 220, 224, 225, 234, 254, 271—273, 295, 363.

**Гафний, Hf(HfO, HfO<sub>2</sub>)**

16, 24, 29, 39, 45, 51, 58, 59, 65, 72, 90, 94, 101, 105, 113, 127, 134, 137, 138, 153, 166, 180, 190, 206, 213, 216, 219, 231, 236, 241, 246, 268, 273, 346, 385, 399.

**Германий, Ge(Ge<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>)**

15, 21, 29, 35, 49, 56, 63, 70, 75, 78, 86, 93—95, 99, 104, 110, 117, 132, 137, 138, 146, 152, 161, 177, 183, 189, 202, 212, 218, 228, 236, 253, 262, 273, 325, 377, 424.

**Гольмий, Ho(Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 24, 38, 65, 89, 101, 113, 134, 148, 153, 213, 216, 219, 220, 222—224, 231, 237, 267, 273, 384.

**Диспрозий, Dy(Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 24, 29, 38, 51, 65, 89, 101, 105, 113, 134, 148, 153, 194, 213, 216, 219, 220, 222—224, 231, 237, 267, 271, 273, 384.

**Европий, Eu(EuO, Eu<sub>16</sub>O<sub>21</sub>, Eu<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, EuO)**

16, 24, 29, 38, 51, 65, 89, 101, 112, 113, 134, 153, 165, 166, 213, 216, 219, 220, 222—224, 231, 237, 251, 252, 266, 271, 273, 383, 422.

**Железо, Fe(FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

15, 16, 20, 29, 34, 43, 49, 56, 63, 70, 75, 78, 85, 93—95, 99, 104, 109, 117, 131, 138, 143, 144, 160, 174, 175, 183, 189, 193, 198, 201, 202, 205, 207, 212, 214, 215, 217—221, 223, 224, 228, 235, 236, 239, 249, 260, 273, 319, 373—375, 395, 406, 423, 424.

**Золото, Au(Au<sub>2</sub>O, AuO, Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 40, 45, 52, 58, 66, 105, 114, 232, 237, 273, 353, 386.

**Индий, In(In<sub>2</sub>O, InO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 22, 37, 64, 71, 79, 87, 93—95, 100, 104, 111, 153, 163, 212, 215, 217, 224, 230, 236, 264, 273, 338, 380.

**Иод, I(I<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>O<sub>9</sub>, I<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

16, 29, 37, 65, 100, 105, 218, 230, 273, 342.

**Иридий, Ir(Ir<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, IrO<sub>2</sub>)**

16, 25, 40, 60, 66, 72, 94, 95, 102, 105, 114, 213, 232, 273, 352.

**Иттербий, Yb(Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 24, 29, 38, 65, 89, 101, 113, 134, 153, 166, 194, 196, 197, 202, 213, 216, 219, 222—224, 231, 237, 268, 273, 384.



**Иттрий,  $Y(Y_2O_3)$**

15, 21, 29, 36, 44, 49, 57, 64, 71, 93, 95, 100, 104, 110, 117, 125, 132, 146, 152, 162, 178, 202, 205, 212, 214, 215, 218, 222, 224, 229, 236, 240, 244, 263, 271, 273, 329, 378, 395, 436.

**Кадмий,  $Cd(Cd_2O_3, CdO)$**

16, 22, 29, 37, 44, 50, 57, 64, 79, 93—95, 100, 104, 111, 117, 119, 126, 127, 147, 163, 201, 202, 212, 215, 217, 222, 224, 230, 236, 271, 273, 337, 380, 407.

**Калий,  $K(K_2O, KO_2, KO_3)$**

15, 18, 29, 33, 43, 47, 55, 62, 69, 83, 93—95, 98, 103, 107, 116, 119, 158, 218, 219, 221, 227, 273, 308, 368, 424.

**Калифорний,  $Cf(Cf_2O_3)$**

67, 273

**Кальций,  $Ca(CaO, CaO_2, CaO_4)$**

15, 18, 29, 33, 43, 47, 55, 60, 62, 69, 78, 93—95, 98, 103, 108, 116, 123, 131, 142, 152, 158, 170, 191, 193, 195, 197, 199, 201, 203, 207, 208, 211, 215, 218, 221, 223, 227, 235, 239, 257, 271, 273, 309, 368, 393.

**Кислород,  $O(O, O_2, O_3, O_4)$**

31, 54, 61, 68, 74, 77, 82, 97, 103, 106, 116, 119, 121, 157, 188, 191, 210, 218, 219, 225.

**Кобальт,  $Co(CoO, Co_3O_4, Co_2O_3)$**

15, 20, 29, 35, 43, 44, 49, 56, 63, 70, 78, 86, 93—95, 99, 104, 109, 124, 131, 144, 160, 176, 189, 205, 212, 214, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 228, 249, 260, 273, 320, 374, 395, 407, 421.

**Кремний,  $Si(Si_2O_3, SiO_2)$**

15, 18, 29, 32, 42, 47, 55, 59, 61, 69, 74, 77, 82, 93—95, 98, 103, 107, 116, 119, 122, 131, 136, 138, 142, 152, 157, 170, 183, 189, 191, 193, 195, 197—203, 207, 208, 211, 215, 216, 218, 221, 224, 226, 235, 239, 243, 248, 251, 252, 256, 271, 273, 277, 279—284, 286, 287, 305, 367, 393, 405, 413, 430.

**Ксенон,  $Xe(XeO)$**

101, 273.

**Кюрий,  $Cm(Cm_2O_3, CmO_2)$**

67, 91, 135, 234, 273, 401, 421.

**Лантан,  $La(La_2O, LaO, La_2O_3)$**

16, 23, 29, 38, 45, 51, 57, 65, 71, 80, 88, 94, 95, 101, 105, 112, 118, 119, 133, 137, 153, 164, 180, 212, 216, 218, 222—224, 231, 236, 265, 273, 345, 381, 398.

**Литий,  $Li(Li_2O, LiO, LiO_3)$**

15, 30, 42, 46, 54, 61, 68, 76, 93—96, 103, 106, 154, 169, 190, 218, 225, 235, 273, 297, 363.

**Лютеций,  $Lu(Lu_2O_3, LuO)$**

38, 39, 65, 101, 113, 127, 134, 148, 153, 166, 213, 216, 219, 222—224, 231, 237, 245, 268, 273, 385.

**Магний, Mg(MgO, MgO<sub>2</sub>)**

15, 17, 29, 32, 42, 47, 55, 60, 61, 68, 77, 93—95, 97, 103, 106, 107, 116, 119, 121, 130, 139, 152, 156, 169, 191—193, 195, 197—201, 203, 207—211, 215, 218, 221, 223—226, 235, 238, 242, 247, 251, 255, 271, 273, 276—278, 280—283, 285, 287, 288, 290, 293, 304, 364, 390, 402, 411.

**Марганец, Mn(MnO, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, MnO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)**

15, 16, 19, 29, 34, 43, 48, 56, 59, 62, 63, 70, 75, 78, 85, 93—95, 99, 104, 109, 117, 131, 137, 143, 160, 173, 201, 204, 208, 211, 214, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 228, 235, 249, 260, 273, 316—319, 372, 374, 394, 395, 425.

**Медь, Cu(Cu<sub>2</sub>O, CuO, Cu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO<sub>2</sub>)**

15, 20, 29, 35, 44, 49, 56, 63, 70, 75, 93—95, 99, 104, 109, 117, 125, 138, 145, 160, 177, 189, 202, 205, 207, 208, 212, 214, 215, 217, 218, 220, 222—224, 228, 236, 250, 260, 261, 273, 321—323, 375, 407, 414, 422.

**Молибден, Mo(Mo<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MoO<sub>2</sub>, Mo<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MoO<sub>3</sub>)**

15, 16, 22, 29, 36, 44, 50, 57, 59, 64, 71, 75, 79, 87, 93—95, 100, 104, 111, 119, 146, 152, 163, 179, 183, 189, 202, 206, 216, 218, 223, 229, 250, 264, 273, 333, 378, 398, 415, 425.

**Мышьяк, As(As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, AsO)**

15, 21, 29, 35, 44, 49, 56, 63, 70, 75, 78, 86, 93, 99, 104, 110, 117, 152, 161, 202, 218, 229, 236, 262, 273, 326, 327, 377.

**Натрий, Na(Na<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NaO, NaO<sub>2</sub>, NaO<sub>3</sub>)**

15, 17, 29, 31, 42, 47, 54, 55, 61, 68, 82, 93—95, 97, 103, 106, 156, 211, 219, 221, 225, 226, 273, 303, 364.

**Неодим, Nd(Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NdO, NdO<sub>2</sub>)**

16, 24, 38, 44, 51, 58, 65, 72, 80, 88, 94, 101, 105, 112, 118, 133, 153, 165, 213, 215, 216, 219, 220, 222—224, 231, 236, 253, 266, 273, 382, 398.

**Нептуний, Np(NpO, NpO<sub>2</sub>, NpO<sub>3</sub>, Np<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)**

28, 41, 66, 115, 118, 154, 233, 273, 362.

**Никель, Ni(NiO, NiO<sub>2</sub>, Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO<sub>2</sub>)**

15, 20, 29, 35, 44, 49, 56, 63, 70, 78, 86, 93—95, 99, 104, 109, 117, 124, 125, 132, 145, 160, 176, 189, 202, 205, 212, 214, 215, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 228, 236, 239, 244, 250, 260, 273, 321, 375, 395, 407, 426.

**Ниобий, Nb(NbO, Nb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NbO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

15, 21, 29, 36, 44, 49, 57, 59, 64, 71, 75, 79, 87, 93, 95, 100, 104, 110, 133, 137, 138, 146, 152, 162, 179, 183, 189, 202, 206, 212, 214, 217, 218, 220, 222, 223, 229, 236, 263, 273, 330, 331, 378, 398, 415, 426.

**Олово, Sn(SnO, Sn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, SnO<sub>2</sub>)**

16, 22, 29, 37, 44, 50, 57, 64, 71, 79, 87, 93—95, 100, 105, 111, 117, 126, 133, 137, 147, 163, 179, 202, 206, 207, 212, 215, 217, 218, 222—224, 230, 236, 252, 273, 339, 340, 380, 429.

**Осмий, Os(OsO, OsO<sub>2</sub>, OsO<sub>4</sub>)**

16, 25, 29, 40, 60, 66, 72, 76, 80, 94, 95, 102, 105, 113, 167, 219, 232, 273, 351, 352, 386.

**Палладий, Pd(PdO, Pd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PdO<sub>2</sub>)**

15, 22, 59, 64, 95, 100, 104, 179, 212, 223, 230, 273, 336, 379.

**Платина, Pt(PtO, Pt<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PtO<sub>2</sub>, PtO<sub>3</sub>)**

25, 40, 60, 66, 72, 102, 105, 114, 180, 219, 232, 273, 352, 386.

**Плутоний, Pu(PuO, Pu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PuO<sub>2</sub>)**

28, 41, 58, 66, 67, 73, 91, 115, 135, 168, 233, 237, 273, 362, 401, 428.

**Полоний, Po(PoO, PoO<sub>2</sub>)**

26, 41, 66, 72, 105, 114, 273, 358.

**Празеодим, Pr(Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>)**

16, 23, 38, 44, 57, 65, 72, 88, 94, 101, 105, 112, 133, 147, 153, 165, 180, 212, 215, 216, 220, 222, 224, 231, 236, 266, 273, 382, 427.

**Прометий, Pm(Pm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

16, 65, 88, 94, 105, 219, 273.

**Протактиний, Pa(PaO, PaO<sub>2</sub>, Pa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

16, 41, 60, 66, 72, 102, 115, 233, 273, 359.

**Радий, Ra(RaO<sub>2</sub>)**

16, 41, 66, 114, 273.

**Рений, Re(ReO<sub>2</sub>, ReO<sub>3</sub>, Re<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ReO<sub>4</sub>, Re<sub>2</sub>O<sub>9</sub>)**

25, 29, 39, 40, 45, 51, 58, 59, 65, 66, 72, 76, 80, 94, 95, 102, 105, 113, 119, 166, 213, 219, 232, 269, 273, 274, 350, 351.

**Родий, Rh(RhO, Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

22, 37, 59, 64, 87, 95, 100, 104, 111, 137, 230, 273, 335, 336.

**Ртуть, Hg(Hg<sub>2</sub>O, HgO, HgO<sub>2</sub>)**

16, 26, 29, 40, 45, 52, 58, 66, 94, 105, 114, 118, 202, 219, 222, 232, 237, 269, 273, 353.

**Рубидий, Rb(Rb<sub>2</sub>O, RbO, Rb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, RbO<sub>2</sub>, RbO<sub>3</sub>)**

15, 21, 36, 56, 63, 64, 71, 93—95, 100, 110, 117, 219, 229, 273, 328, 377, 429.

**Рутений, Ru(RuO<sub>2</sub>, RuO<sub>4</sub>)**

15, 22, 36, 57, 59, 64, 71, 75, 79, 95, 100, 104, 111, 126, 212, 230, 273, 335, 379.

**Самарий, Sm(Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SmO)**

16, 24, 29, 38, 44, 58, 65, 72, 88, 94, 101, 105, 112, 118, 119, 133, 153, 165, 200, 213, 216, 219, 222—224, 231, 236, 240, 245, 266, 271, 273, 383.

**Свинец, Pb(Pb<sub>2</sub>O, PbO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO<sub>2</sub>)**

16, 26, 29, 41, 45, 52, 58, 66, 72, 76, 80, 90, 94, 95, 102, 105, 114, 118, 119, 127, 148, 167, 180, 184, 202, 213, 215, 217, 219, 222, 224, 232, 269, 270, 273, 335, 356, 386, 426, 427.

**Селен, Se(SeO<sub>2</sub>, SeO<sub>3</sub>)**

15, 21, 35, 63, 71, 73, 75, 79, 99, 104, 110, 161, 202, 218, 229, 236, 262, 273, 327, 328, 377.

**Сера, S(SO, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>)**

15, 29, 32, 55, 62, 69, 74, 78, 98, 103, 107, 116, 123, 191, 211, 218, 221, 226, 273, 306, 307, 368.

**Серебро, Ag(Ag<sub>2</sub>O, AgO)**

15, 16, 22, 37, 44, 50, 57, 64, 71, 75, 93—95, 100, 104, 111, 117, 138, 179, 218, 223, 230, 273, 336, 337, 380, 418.

**Скандий, Sc(Sc<sub>2</sub>O, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ScO)**

15, 18, 29, 33, 47, 55, 62, 69, 93, 95, 98, 103, 108, 123, 131, 142, 152, 159, 193, 215, 218, 227, 235, 258, 273, 310, 369, 393.

**Стронций, Sr(SrO, SrO<sub>2</sub>, SrO<sub>4</sub>)**

15, 21, 29, 36, 44, 49, 56, 64, 71, 79, 93—95, 100, 110, 117, 125, 132, 146, 152, 161, 178, 191, 202, 209, 212, 215, 218, 222—224, 229, 236, 262, 271, 273, 328, 329, 377, 395.

**Сурьма, Sb(SbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SbO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

16, 22, 37, 44, 50, 57, 64, 71, 75, 87, 93, 95, 100, 105, 111, 118, 153, 163, 202, 218, 223, 230, 236, 265, 273, 340, 341, 380.

**Таллий, Tl(Tl<sub>2</sub>O, Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TlO)**

16, 26, 40, 58, 66, 72, 76, 94, 95, 102, 105, 114, 153, 167, 202, 232, 269, 273, 354, 386.

**Тантал, Ta(Ta<sub>4</sub>O, Ta<sub>2</sub>O, TaO, Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TaO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

16, 25, 29, 39, 45, 51, 58, 59, 65, 72, 90, 94, 95, 101, 105, 113, 118, 134, 138, 148, 180, 183, 190, 201, 202, 206, 213, 216, 219, 222, 223, 232, 241, 246, 251, 268, 273, 346, 347, 385, 399, 416, 430.

**Теллур, Te(TeO, TeO<sub>2</sub>, TeO<sub>3</sub>)**

16, 23, 37, 57, 64, 71, 75, 79, 87, 100, 105, 112, 164, 202, 209, 218, 223, 230, 236, 244, 265, 273, 342, 380, 430.

**Тербий, Tb(Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TbO)**

16, 38, 65, 89, 101, 134, 153, 213, 216, 219, 220, 222—224, 231, 237, 267, 273, 384, 430.

**Технеций, Tc(TcO<sub>2</sub>, Tc<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)**

15, 22, 36, 59, 64, 71, 75, 79, 100, 111, 163, 230, 273, 335.

**Титан, Ti(Ti<sub>2</sub>O, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO, Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, Ti<sub>3</sub>O<sub>9</sub>)**

15, 16, 18, 29, 33, 43, 48, 55, 59, 62, 69, 74, 78, 83, 93—95, 98, 103, 108, 116, 119, 123, 131, 136, 138, 142, 152, 159, 171, 183, 189, 192, 195, 198—201, 204, 207, 208, 210, 214—216, 218—221, 223, 227, 235, 239, 243, 248, 251, 258, 271, 273, 277, 279—281, 310, 369, 393, 406, 413, 431.

**Тулий,  $Tu(Tu_2O, Tu_2O_3)$**

16, 24, 38, 65, 101, 113, 134, 148, 153, 166, 213, 222—224, 231, 237, 268, 384.

**Углерод,  $C(C_2O, C_3O_2, CO, CO_2)$**

15, 29, 31, 42, 46, 54, 61, 68, 74, 77, 82, 97, 103, 106, 116, 120, 155, 185, 188, 190, 210, 218, 221, 223, 225, 254, 273, 299, 421.

**Уран,  $U(UO, UO_2, U_3O_7, U_2O_5, U_3O_8, UO_3)$**

16, 27, 29, 41, 45, 52, 53, 58, 60, 66, 73, 80, 90, 94, 95, 102, 105, 115, 127—129, 134, 148—150, 167, 181, 192, 194, 196, 198, 201, 206, 213, 215, 217, 219, 220, 222—224, 233, 237, 246, 270, 271, 273, 279, 359—361, 386, 400, 408, 417, 432, 433.

**Фосфор,  $P(PO, P_2O_3, P_2O_5, PO_2, PO_4)$**

15, 18, 29, 32, 43, 47, 55, 61, 69, 74, 77, 93, 98, 103, 107, 157, 183, 218, 226, 235, 257, 273, 306, 367.

**Франций,  $Fr(Fr_2O)$**

16

**Фтор,  $F(F_2O, FO)$**

15, 29, 31, 54, 61, 68, 74, 97, 103, 106, 156, 191, 225, 255, 273, 303.

**Хлор,  $Cl(Cl_2O, ClO, ClO_2, ClO_3, Cl_2O_7)$**

15, 29, 32, 55, 62, 69, 74, 78, 83, 98, 103, 107, 158, 218, 226, 273, 307, 308, 421.

**Хром,  $Cr(Cr_3O, CrO, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, Cr_5O_{12}, Cr_6O_{15})$**

15, 16, 19, 29, 34, 43, 48, 56, 59, 62, 70, 78, 85, 93—95, 99, 104, 108, 116, 117, 119, 131, 137, 143, 160, 189, 201, 204, 211, 214, 218—221, 223, 224, 227, 235, 239, 244, 249, 259, 260, 271, 273, 314, 315, 371, 394, 406, 421.

**Цезий,  $Cs(Cs_3O, Cs_2O, CsO, CsO_2, CsO_3)$**

16, 23, 37, 57, 65, 71, 88, 94, 95, 101, 112, 164, 216, 219, 230, 231, 273, 343, 422.

**Церий,  $Ce(CeO_2, Ce_2O_3, CeO_3)$**

16, 23, 29, 38, 44, 51, 57, 65, 71, 94, 95, 101, 105, 112, 133, 147, 153, 165, 180, 195, 197, 202, 212, 216, 218, 222—224, 231, 236, 240, 244, 265, 273, 345, 381, 398, 416, 420.

**Цинк,  $Zn(ZnO, ZnO_2)$**

15, 20, 29, 35, 44, 49, 56, 63, 93—95, 99, 104, 109, 117, 125, 137, 146, 160, 193, 195, 202, 205, 207, 209, 212, 214, 217, 222, 228, 236, 240, 250, 252, 261, 271, 273, 279, 323, 376, 407.

**Цирконий,  $Zr(ZrO, ZrO_2)$**

15, 21, 29, 36, 44, 49, 57, 59, 64, 71, 75, 79, 86, 93—95, 100, 104, 110, 119, 125, 132, 137, 146, 152, 162, 178, 189, 193, 195, 197—199, 202, 206, 209, 212, 216, 218, 223, 229, 236, 240, 244, 250, 253, 263, 271, 273, 279—281, 284, 329, 378, 396, 407, 414, 436, 437.

**Эрбий,  $Er(Er_2O_3, ErO)$**

16, 24, 29, 38, 65, 89, 101, 105, 113, 119, 127, 134, 148, 153, 166, 213, 216, 219, 222—224, 231, 237, 241, 245, 267, 273, 384.

ИБ № 1519

Григорий Валентинович САМСОНОВ, Алла Лукинична БОРИСОВА, Тамара Григорьевна ЖИДКОВА, Таисия Николаевна ЗНАТОВА, Юлия Павловна КАЛОШИНА, Анна Федоровна КИСЕЛЕВА, Павел Степанович КИСЛЫЙ, Михаил Саввич КОВАЛЬЧЕНКО, Татьяна Яковлевна КОСОЛАПОВА, Яков Семенович МАЛАХОВ, Владислав Яковлевич МАЛАХОВ, Алла Денисовна ПАНАСЮК, Валерий Иванович СЛАВУТА, Нина Ивановна ТКАЧЕНКО.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКИСЛОВ**

### **Справочник**

Редактор И. П. Сушкин  
Художественный редактор Г. А. Жегин  
Технический редактор В. А. Лыкова  
Корректоры Б. Б. Левин, В. П. Крылова  
Переплет художника Е. В. Кашутина

---

Сдано в набор 19.10.77. Подписано в печать 09.06.78. Т-10895. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл.-печ. л. 24,78. Уч.-изд. л. 30,84. Тираж 10 600 экз. Заказ № 312. Цена 1 р. 90 к. Изд. № 3666.

---

Издательство «Металлургия», 119034, Москва, Г-34, 2-й Обыденский пер., д. 14  
Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7